ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

ОСНОВАННОЕ

заслуженнымъ профессоромъ П. А. Зиловымъ

И ИЗДАВАЕМОЕ

профессоромъ Г. Г. Де-Метцомъ.

1909 г. ТОМЪ 10. № 4.

СОДЕРЖАНІЕ.








КІЕВЪ.
Тип. С. В. Кульженко, Пушкинская ул., д. № 4.
1909.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА НА

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

въ 1909 году

(десятый годъ изданія).

Въ 1909 году *Физическое Обозрѣніе* будетъ издаваться по прежней программѣ и заключать отдѣлы: 1) современное состояніе физики, 2) научную хронику, 3) исторію физики, 4) преподаваніе физики, 5) библіографію, 6) объявленія.

Журналъ будетъ выходить 6 разъ въ годъ (въ учебные мѣсяцы) номерами около 3 листовъ. Цѣна съ пересылкой **3** рубля въ годъ; при подпискѣ съ наложеннымъ платежомъ **3** руб. **25** коп; для желающихъ получать журналъ заказными бандеролями **3** руб. **50** коп. За неисправность почты редакція не отвѣчаетъ.

Подписка принимается отъ иногороднихъ въ редакціи Журнала, Кіевъ, Театральная ул., № 3, кв. 5, а также въ книжныхъ магазинахъ И. А. Розова и Н. Я. Оглоблина (Кіевъ), Н. П. Карбасникова (С.-Петербургъ, Москва, Варшава и Вильна) и др. Тамъ же можно получать 1-й, 5-й, 6-й, 7-й, 8-й и 9-й томы *Физическаго Обозрѣнія* за 1900, 1904, 1905, 1906, 1907 и 1908 годы; всѣ экземпляры 2, 3 и 4 томовъ за 1901, 1902 и 1903 г. распроданы. Цѣна каждаго тома **3** руб., съ наложеннымъ платежомъ **3** руб. **25** коп.

Книгопродавцамъ 5% уступки.

О перемѣнѣ адреса подписчики извѣщаютъ редакцію.

Съ 15 Мая по 1 Сентября редакція закрыта.

Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія *Физическое Обозрѣніе* рекомендовано для фундаментальныхъ и ученическихъ (старшаго возраста) библіотекъ мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ, для фундаментальныхъ библіотекъ женскихъ гимназій и для библіотекъ учительскихъ институтовъ и семинарій.

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

рекомендованъ Учебнымъ Комитетомъ для Фундаментальныхъ библіотекъ коммерческихъ учебныхъ заведеній вѣдомства Министерства Торговли и Промышленности.

Редакторъ-издатель проф. *Г. Де-Метцъ.*

Кіевъ, Театральная, 3.

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1909 г. ТОМЪ 10. № 4.



Новые пирометрическіе методы.

Ш. Фери[1]).

Уже съ давнихъ поръ поняли, какое важное значеніе можетъ имѣть точное измѣреніе высокихъ температуръ. Пулье старался опредѣлить болѣе строго тѣ понятія, которыя раньше употреблялись подъ именемъ темно-краснаго каленія, вишнево-краснаго и т. д. Въ 1784 г. знаменитый англійскій керамикъ Веджвудъ основалъ свой пирометръ на одномъ изъ свойствъ обрабатывавшейся имъ глины.

Вслѣдствіе отсутствія точнаго и вмѣстѣ съ тѣмъ достаточно простого для заводского примѣненія метода, техники, по примѣру Веджвуда, примѣняли самые разнообразные пріемы въ зависимости отъ рода производства. На газовыхъ заводахъ, напримѣръ, пользовались калориметрическими пирометрами, гдѣ неизвѣстная температура, до которой доводилась данная масса никкеля, опредѣлялась на основаніи количества калорій, отдаваемыхъ ею предварительно прокалибрированному калориметру. Этотъ методъ былъ еще недавно въ ходу при закалкѣ орудій.

Плавкіе конусы или часы, впервые изобрѣтенные Фогтомъ и Лаутомъ для нуждъ Севрской мануфактуры, также распространились въ керамической промышленности и примѣняются еще и до сихъ поръ подъ названіемъ конусовъ Зегера, химика Королевской Берлинской мануфактуры. Эти часы представляютъ

[1]) Ch. Féry. Les nouvelles méthodes pyrométriques. Revue Scientifique. 1907. t. VIII. p. 264. и Exposition Franco-Britanique à Londres. 1908.

трехгранныя пирамиды, плавящіяся послѣдовательно черезъ каждые 25° въ предѣлахъ отъ 600° до 1800°. Конусы Зегера — это настоящій максимальный термометръ; они оказали большія услуги въ промышленности.

Впрочемъ, нѣтъ такого физическаго свойства матеріи, которое не преперпѣвало-бы болѣе или менѣе значительныхъ измѣненій при достаточномъ повышеніи температуры. Нѣкоторыя попытки разрѣшенія вопросовъ пирометріи поражаютъ своею странностью: такъ, напримѣръ, для опредѣленія температуры были предложены измѣненія оптическихъ свойствъ кварца, коэффиціента внутренняго тренія газовъ и др.

Только въ послѣдніе годы тяжелыя условія конкурренціи заставили заводчика слѣдить болѣе тщательно за своимъ производствомъ. Во многихъ случаяхъ было установлено, что удача той или иной операціи зависитъ только отъ правильнаго и точнаго нагрѣванія, и что опредѣленіе его степени, которое производилось обыкновенно старшимъ рабочимъ на основаніи цвѣта печи, далеко не достаточно.

Къ счастью, металлографія дала цѣнныя указанія относительно интересныхъ точекъ при операціяхъ цементаціи, закалки и отпусканія.

Заводы керамическіе, цементные, эмалевые, газовые, металлургическіе, химическіе, стеклянные и др. достигли значительнаго улучшенія производства, благодаря болѣе точному измѣренію температуры печей.

Можно сказать, что многіе изъ нихъ обязаны термоэлектрическому пирометру Ле-Шателье, приготовленному изъ чистой платины и родіевой платины.

Въ 1886 году, прельщенный преимуществами, свойственными термоэлектрической парѣ, быстротою ея показаній, возможностью читать на разстояніи и даже автоматически записывать показанія соединеннаго съ нею гальванометра, Ле-Шателье тщательно занялся изслѣдованіемъ металловъ и сплавовъ съ цѣлью найти наилучшую комбинацію изъ нихъ для намѣченной цѣли.

Его приборъ состоитъ изъ платиновой проволоки, спаянной съ 10% иридисто или родисто-платиновой проволокой, заключенныхъ въ желѣзной трубкѣ (фиг. 1). Отсчеты производятся на гальванометрѣ, сопротивленіе котораго должно пре-

восходить по крайней мѣрѣ въ 25 разъ сопротивленіе пары, дабы измѣненія сопротивленія, вызванныя нагрѣваніемъ большей или меньшей длины ствола трубки или постепенною порчею металловъ пары отъ употребленія—оставались безъ вліянія на градуировку прибора.



Фиг. 1.

Само собою разумѣется, что сопротивленіе это должно быть приготовлено изъ сплава съ незначительнымъ температурнымъ коэффиціентомъ.

Имперскій Физико-Техническій Институтъ въ Шарлоттенбургѣ градуируетъ ежегодно болѣе семисотъ термоэлектрическихъ паръ Ле-Шателье, и уже изъ этого видно, что примѣненіе ихъ весьма распространено.

„Стволъ" Ле-Шателье можно употреблять вплоть до 1300^0; для температуръ ниже 900^0 лучше брать пару изъ желѣза и константана, термоэлектрическая сила которой въ четыре раза больше предыдущей, а цѣна значительно ниже ея.

Въ Англіи пользуются довольно часто системой, похожей на болометръ. Платиновая спираль служитъ термометрическимъ тѣломъ и образуетъ одно изъ плечъ Витстонова моста. Очень остроумное приспособленіе, придуманное Каллендаромъ, позволяетъ измѣрять это сопротивленіе при помощи вспомогательнаго мотора, причемъ положеніе скользящаго контакта на градуированной проволокѣ мостика Витстона не только даетъ отсчетъ температуры, но и позволяетъ записывать ее автоматически; необходимая для этого энергія приводится извнѣ.

Для правильнаго функціонированія этого прибора, конечно, его конструкція должна быть безукоризненной.

Лучистая пирометрія. Во всѣхъ вышеописанныхъ приборахъ термоэлектрическое тѣло подвержено непосредственно разрушительному дѣйствію горячаго очага. Поэтому не нужно слишкомъ удивляться, что даже платина и ея сплавы сильно терпятъ, не смотря на всѣ предпринимаемыя мѣры для ихъ предохраненія отъ дѣйствія карбурированныхъ газовъ и кремнекислоты,—этихъ двухъ ея главныхъ враговъ.

Да, впрочемъ, въ нѣкоторыхъ отрасляхъ химической промышленности приходится измѣрять температуру тѣлъ, дѣйствующихъ еще сильнѣе на платину, или-же металловъ, способныхъ ее растворять.

Въ 1892 году Ле-Шателье, имя котораго приходится цитировать постоянно въ вопросѣ о высокихъ температурахъ, приготовилъ чисто оптическій пирометръ, посредствомъ котораго измѣреніе температуры сводилось къ измѣренію силы краснаго свѣта, испускаемаго накаленнымъ источникомъ. Эта идея, принадлежащая Беккерелю, никогда, однако, не была разработана до формы техническаго прибора.

Въ эпоху, когда Ле-Шателье изобрѣлъ оптическій пирометръ, взгляды на лучеиспусканіе не обладали тою ясностью, которою они обладаютъ теперь, и поэтому ему пришлось выразить законъ своего прибора эмпирическою формулою.

Раньше, чѣмъ приступить къ дальнѣйшему описанію лучистыхъ пирометровъ, мы припомнимъ законы, на которыхъ основаны главные типы этихъ приборовъ.

Черное лучеиспусканіе. Чернымъ лучеиспусканіемъ, или правильнѣе, по удачному выраженію Гильома, „интегральнымъ лучеиспусканіемъ“, называютъ совокупность лучей, испускаемыхъ накаленнымъ полымъ тѣломъ, черезъ сдѣланное въ немъ отверстіе, величина котораго незначительна по отношенію къ внутренней поверхности всего тѣла.

Лучеиспусканіе чернаго тѣла гораздо полнѣе, чѣмъ всякаго другого тѣла при той же температурѣ; оно не зависитъ даже отъ природы стѣнокъ, образующихъ замкнутую его оболочку.

Если вообразить себѣ, что отверстіе, служащее выходомъ для лучей, очень мало, то выходящіе лучи должны претерпѣть очень большое количество отраженій, раньше чѣмъ достигнуть отверстія. При каждомъ изъ этихъ отраженій лучъ обогащается собственными радіаціями отражающей стѣнки. Поэтому понятно, что составъ этого пункта лучей представляетъ предѣлъ, зависящій исключительно отъ температуры стѣнки.

Таково замѣчаніе, сдѣланное впервые Кирхгоффомъ около 1860 года и доказанное имъ самымъ строгимъ образомъ, но драгоцѣнное свойство замкнутой оболочки только въ послѣднее время было приложено къ измѣренію температуръ. Нужно прибавить, что свойство такой замкнутой оболочки

выполняется очень удовлетворительно большими промышленными печами, если ихъ внутренность наблюдать черезъ узкое отверстіе, сдѣланное въ стѣнѣ печи.

Ни одно нагрѣтое тѣло не обладаетъ столь значительной лучеиспускающей способностью для всѣхъ радіацій, какъ придуманная Кирхгоффомъ изотермическая замкнутая оболочка.

Сажа, платиновая чернь, уголь, окиси темнаго цвѣта, какъ-то окиси желѣза, мѣди и др. приближаются къ ней только въ большей или меньшей степени, такъ какъ они обладаютъ избирательнымъ лучеиспусканіемъ; они представляютъ собою въ сущности окрашенныя тѣла.

Замѣчаніе это не устраняетъ, впрочемъ, возможности примѣненія лучистыхъ пирометровъ къ измѣренію внѣ печи температуры тѣлъ съ лучеиспускающей способностью меньшей, чѣмъ у абсолютно чернаго тѣла. Въ техникѣ требуются скорѣе сравнительныя, чѣмъ абсолютныя, измѣренія, и такъ какъ въ данной отрасли промышленности оперируютъ обыкновенно съ одними и тѣми-же веществами, то измѣренія, произведенныя съ ними, хотя и неправильны въ абсолютномъ смыслѣ, тѣмъ не менѣе однако даютъ очень цѣнныя указанія.

Съ лабораторной точки зрѣнія печь, образованная накаливаемой электричествомъ и замкнутой съ одного конца трубкой, сильно приближается къ интегральному радіатору; такія печи очень легко регулируются и примѣняются для калиброванія лучистыхъ пирометровъ.

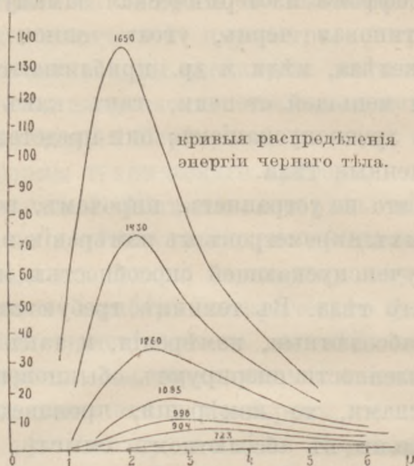
Около 1882 года Стефанъ нашелъ экспериментально слѣдующій законъ, согласно которому полное лучеиспусканіе твердаго тѣла возростаетъ пропорціонально четвертой степени его абсолютной температуры.

Больцманъ впослѣдствіи доказалъ, что этотъ законъ справедливъ только для абсолютно чернаго тѣла. Въ этомъ случаѣ тепловой обмѣнъ между двумя тѣлами, абсолютныя температуры которыхъ суть T и t, выражается отношеніемъ

$$Q = a\,(T^4 - t^4),$$

въ которомъ Q выражено въ калоріяхъ въ одну секунду или въ уаттахъ. Различные физики, а въ послѣднее время Курльбаумъ (1898), опредѣлили абсолютное значеніе коэффиціента a формулы Стефана-Больцмана; онъ равенъ $5{,}32 \times 10^{-12}$ уатта.

Изслѣдуя спектръ интегральнаго радiатора при все возростающихъ температурахъ, Винъ нашелъ, что произведенiе изъ длины волны, совпадающей съ максимумомъ энергiи въ спектрѣ, на интенсивность лучеиспусканiя въ разсматриваемой точкѣ, представляетъ постоянную величину (фиг. 2).



Фиг. 2.

Эта весьма важная зависимость извѣстна подъ названiемъ закона смѣщенiя.

Наконецъ, соображенiя, въ которыя мы не можемъ входить здѣсь, приводятъ къ заключенiю, что монохроматическое лучеиспусканiе принимаетъ форму экспоненцiальной функцiи абсолютной температуры.

Эти законы, которымъ подчиняется лучеиспусканiе, были сравнены съ закономъ Стефана вплоть до 2000°, причемъ источникомъ радiацiй служила электрическая печь съ сопротивленiемъ изъ угля.

Наблюдаемыя разницы, около 5 градусовъ, и притомъ не систематическiя, нужно приписать ошибкамъ опыта. Этими весьма важными измѣренiями, составившими основу лучистой пирометрiи, мы обязаны двумъ нѣмецкимъ физикамъ, Луммеру и Прингсгейму [1])

[1]) См. Физическое Обозрѣнiе. 1904, стр. 21 и 66.

Оптическіе пирометры. Теперь намъ нужно познакомиться ближе съ деталями оптическихъ пирометровъ, впервые давшихъ возможность измѣрять наивысшія температуры, встрѣчаемыя въ техникѣ.

Въ самомъ дѣлѣ, въ металлургіи желѣза нельзя было примѣнять платиновой пары вслѣдствіе слишкомъ высокой температуры, значительно превосходившей предѣльную температуру этой пары.

Посредствомъ своего оптическаго пирометра Ле-Шателье опредѣлилъ слѣдующія температуры:

Доменная печь.	Горнъ съ фурмами . . .	1930°
	Расплавленный чугунъ . .	1400 до 1520°
Бессемеровская печь.	Расплавленный шлакъ .	1580°
	Расплавленная сталь . .	1630°
Мартеновская печь.	Расплавленная сталь . .	1580° до 1420°.

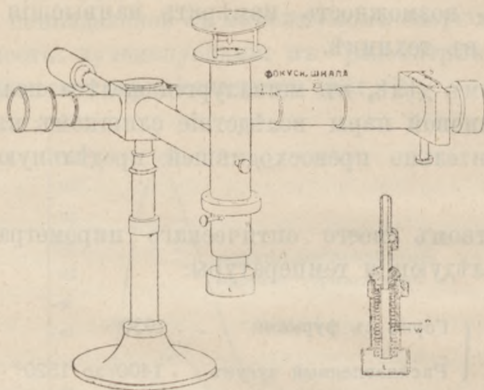
Этимъ-же приборомъ была установлена температура волокна нормально функціонирующей лампы накаливанія въ 1800°.

Во всѣхъ этихъ измѣреніяхъ допускаютъ, что имѣютъ дѣло съ интегральнымъ радіаторомъ; вслѣдствіе этого дѣлается односторонняя ошибка, такъ какъ наблюдаемая температура тѣмъ меньше сравнительно съ дѣйствительной, чѣмъ лучеиспускающее тѣло меньше похоже на интегральный радіаторъ.

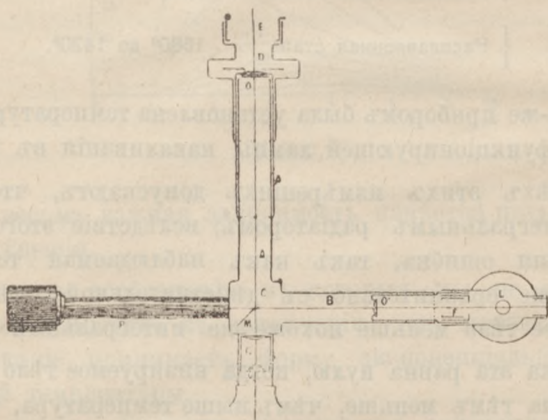
Ошибка эта равна нулю, когда визируемое тѣло находится въ печи; она тѣмъ меньше, чѣмъ выше температура, такъ какъ опытъ показалъ, что лучеиспускающая способность всѣхъ тѣлъ съ возростаніемъ температуры стремится къ единицѣ.

Впрочемъ, какъ было упомянуто раньше, въ техникѣ обыкновенно довольствуются легко сравнимыми измѣреніями и требуютъ только, чтобы прилагаемый методъ давалъ всегда одинаковыя показанія при одинаковыхъ условіяхъ производства, ибо постоянство прибора имѣетъ въ техникѣ огромное значеніе.

Оптическій пирометръ Ле-Шателье. Оптическій пирометръ Ле-Шателье (фиг. 3 и 4) состоитъ изъ зрительной



Фиг. 3.



Фиг. 4.

трубы, объективъ которой снабженъ діафрагмой, имѣющей форму кошачьяго глаза и позволяющей измѣнять яркость изображенія печи. Окуляръ снабженъ краснымъ стекломъ, вслѣдствіе чего всѣ производимыя сравненія нужно относить къ монохроматическому свѣту длины волны 0,000659 мм.

Въ фокальной плоскости трубы расположено черное зеркало *M'*, раздѣляющее поле на двѣ равныя части; оно наклонено подъ угломъ въ 45° къ оси трубы и направляетъ къ

окуляру лучи отъ маленькой лампы L, служащей эталономъ. Въ настоящее время признано, что интенсивность I монохроматической радіаціи чернаго тѣла можетъ быть выражена уравненіемъ:

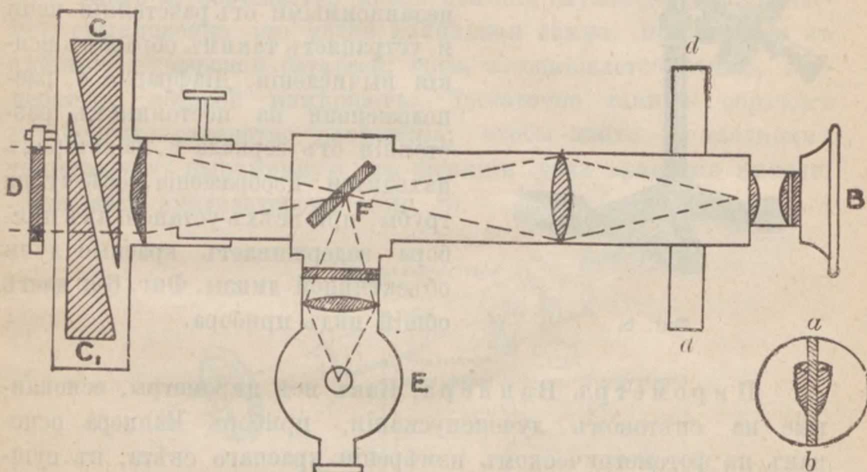
$$I = A e^{-\frac{B}{\lambda T}},$$

въ которомъ A и B суть постоянныя, λ—длина волны, T—абсолютная температура лучеиспускающаго тѣла, e—основаніе логарифмовъ.

Равенство освѣщенія достигается здѣсь уменьшеніемъ яркости изображенія печи; его яркость пропорціональна квадрату діаметра діафрагмы, но, къ сожалѣнію, она измѣняется недостаточно быстро.

Для расширенія предѣловъ измѣреній Ле-Шателье вставляетъ поглощающія стекла то передъ лампой, то передъ объективомъ. Если извѣстны: растяженіе зрительной трубы, число поглощающихъ стеколъ и отверстіе діафрагмы, то на основаніи формулы можно вычислить температуру.

Абсорбціонный пирометръ. Въ видоизмѣненномъ мною приборѣ Ле-Шателье равенство освѣщенія достигается при помощи призмъ c и c_1 изъ поглощающаго стекла съ очень незначительнымъ угломъ (фиг. 5).



Фиг. 5.

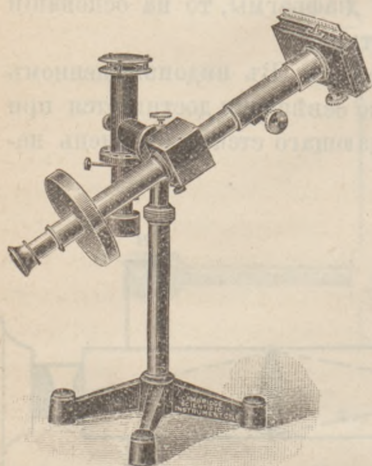
Такъ какъ законъ абсорбціи экспоненціальный, точно такъ-же, какъ и монохроматическаго лучеиспусканія, то легко

найти, что выраженіе, связывающее отклоненіе δ прибора съ абсолютной температурой T печи, имѣетъ слѣдующую форму:

$$\delta = A - \frac{B}{T}.$$

Градуированіе прибора производится очень просто, если на оси абсциссъ нанести отклоненія δ, а на оси ординатъ обратную величину абсолютной температуры $\frac{1}{T}$; въ этомъ случаѣ получается очень легко экстраполируемая прямая.

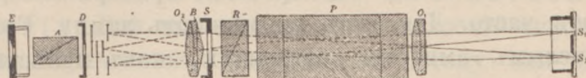
Отсчитываемыя температуры лежатъ въ предѣлахъ отъ 900^0 до 1800^0; поглощающее стекло D (фиг. 5), которое можно поставить передъ объективомъ, даетъ возможность начать съ 1350^0 и дойти до температуры вольтовой дуги, которую я и измѣрилъ посредствомъ этого прибора.


Фиг. 6.

Очень простое оптическое приспособленіе, состоящее въ томъ, чтобы всегда пользоваться однимъ и тѣмъ же угломъ пучка лучей, сконцентрированнаго объективомъ, дѣлаетъ показанія этого инструмента независимыми отъ разстоянія печи и устраняетъ такимъ образомъ всякія вычисленія. Діафрагма d, расположенная на постоянномъ разстояніи отъ зеркала F, на которомъ находится изображеніе объектива трубы, при всѣхъ установкахъ прибора задерживаетъ краевые лучи объективной линзы. Фиг. 6-я даетъ общій видъ прибора.

Пирометръ Ваннера. Какъ всѣ пирометры, основанные на свѣтовомъ лучеиспусканіи, приборъ Ваннера основанъ на фотометрическомъ измѣреніи краснаго свѣта; въ сущности онъ представляетъ собою поляризаціонный спектрофотометръ.

Приборъ имѣетъ форму спектроскопа прямого зрѣнія и изображенъ въ разрѣзѣ на фиг. 7. Призма прямого зрѣнія p



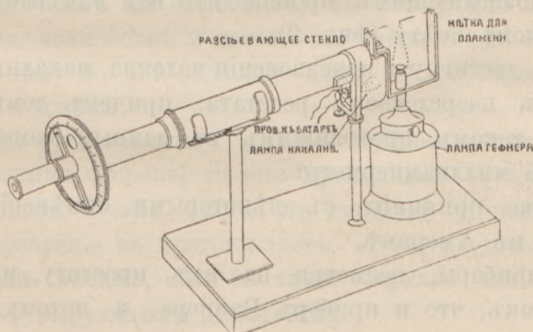
Фиг. 7.

даетъ спектръ каждой изъ обоихъ щелей s_1 и s_2, а призма R, обладающая двойнымъ лучепреломленіемъ, въ свою очередь даетъ по два изображенія каждаго изъ двухъ спектровъ, поляризованныхъ подъ прямымъ угломъ другъ къ другу.

Къ объективу O_2 трубы этого прибора приклеена двойная призма B, приводящая въ соприкосновеніе обыкновенный спектръ щели s_2 съ необыкновеннымъ спектромъ щели s_1. Только эти два поляризованные подъ прямымъ угломъ спектра видны черезъ окуляръ; тогда какъ два остальныхъ, необыкновенный s_2 и обыкновенный s_1, исключаются посредствомъ діафрагмы. Оба спектра разсматриваются при помощи николя A, причемъ изслѣдуются только красныя области спектровъ.

Вращеніе николя A вокругъ оси прибора затемняетъ одно изображеніе въ то время, какъ другое просвѣтляется соотвѣтственно закону квадрата косинуса.

Щель s_1 освѣщается малой лампой, служащей для сравненія; обыкновенно это малая калильная лампа, приводимая въ дѣйствіе переносной батареей; щель s_2 освѣщается печью, температуру которой измѣряютъ. Достаточно такимъ образомъ установить равенство освѣщенія, чтобы найти по таблицамъ температуру, выраженную въ функціи угла вращенія николя, служащаго анализаторомъ (фиг. 8).



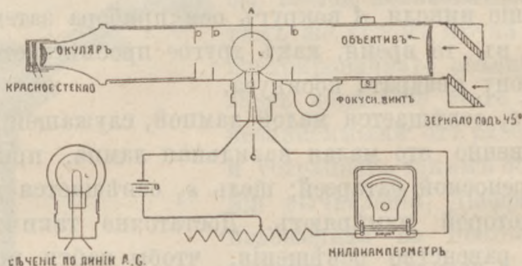
Фиг. 8.

Во избѣжаніе ошибокъ, вызываемыхъ измѣненіемъ силы свѣта калильной лампы и зависящихъ отъ напряженія батареи и измѣненія волокна лампы отъ времени, приборъ необходимо калибрировать часто. Для этого примѣняютъ лампу Гефнера съ уксусно-кислымъ амиломъ, служащую, какъ извѣстно, фотометрическимъ эталономъ. Фигура 8-я даетъ расположеніе прибора при его калибрированіи.

Несмотря на всю сложность, которая, казалось бы, должна была ограничить примѣненіе этого пирометра лабораторными стѣнами, онъ пользовался нѣкоторымъ успѣхомъ въ Германіи, гдѣ онъ былъ изобрѣтенъ, и въ Америкѣ.

Пирометръ Гольборна и Курльбаума. Въ этомъ приборѣ волокно калильной лампы образуетъ часть креста зрительной трубы, на объективъ которой падаютъ лучи очага; для ослабленія послѣднихъ вводится поглощающій экранъ.

Волокно, налагаясь на изображеніе печи въ фокальной плоскости трубы, совершенно исчезаетъ, когда его температура равна температурѣ печи. Окуляръ снабженъ краснымъ



Фиг. 9.

стекломъ, позволяющимъ производить всѣ измѣренія въ монохроматическомъ свѣтѣ (фиг. 9).

Чтобы достигнуть исчезновенія волокна, накаливаніе лампы регулируютъ посредствомъ реостата, причемъ температура ея измѣряется токомъ, проходящимъ въ данный моментъ черезъ спеціальный миллиамперметръ.

Тотъ же принципъ съ нѣкоторыми измѣненіями Морсъ примѣнилъ въ Америкѣ.

Эти приборы, несмотря на ихъ простоту, имѣютъ тотъ же недостатокъ, что и приборъ Ваннера, а потому и они тре-

буютъ возобновленія калибрированія, такъ какъ сила свѣта въ калильныхъ лампахъ со временемъ обыкновенно понижается.

Пирометры, основанные на тепловомъ лучеиспусканіи. Всѣ вышеописанные оптическіе пирометры требуютъ фотометрическихъ измѣреній; и потому они не приложимы въ тѣхъ случаяхъ, когда температуру желаютъ записывать, какъ это просто дѣлается пирометромъ Ле-Шателье и Каллендара; кромѣ того, для обращенія съ ними требуются опытныя руки, и ихъ никакъ нельзя довѣрить рабочему.

Мнѣ казалось, что возможно построить приборъ для прямого чтенія температуръ, воспользовавшись закономъ Стефана. Вся трудность заключалась только въ осуществленіи достаточно чувствительной термоэлектрической пары, которая могла-бы подъ вліяніемъ радіацій измѣряемаго тѣла, вызвать въ переносномъ и прочно построенномъ гальванометрѣ измѣримыя отклоненія. Сверхъ того нужно, чтобы эти показанія не зависѣли ни отъ размѣровъ измѣряемаго тѣла, ни отъ его разстоянія отъ мѣста измѣренія.

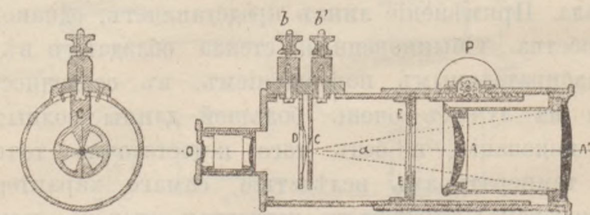
Конечно, температуру нагрѣваемаго спая можно увеличить, концентрируя на немъ тепловые лучи посредствомъ линзы или зеркала. Примѣненіе линзъ представляетъ, однако, извѣстныя неудобства. Обыкновенныя стекла обладаютъ въ высокой степени избирательнымъ поглощеніемъ, въ особенности отзывающемся на лучахъ очень большой длины волны; въ результатѣ показанія и безъ того недостаточно точныя при низкихъ температурахъ вслѣдствіе самаго характера закона, въ которомъ выступаетъ четвертая степень температуры T^4, становятся еще менѣе надежными, и приборъ приходится калибрировать въ большомъ числѣ точекъ. Плавиковый шпатъ прекрасно отвѣчалъ бы этой цѣли, но его рѣдко находятъ въ достаточномъ количествѣ и достаточно чистымъ для оптическихъ нуждъ. Къ тому же его высокая цѣна не допускаетъ его примѣненія въ техникѣ.

Зеркала представляютъ другое неудобство; если посеребрена ихъ задняя сторона, то они проявляютъ ту-же поглощающую способность стекла, только въ меньшей степени. Поверхностное посребреніе не представляетъ этого неудобства и отвѣчало-бы цѣли вполнѣ, если-бы такое зеркало могло противостоять сульфурирующимъ дѣйствіямъ.

Пирометрическая зрительная труба и пирометрическій телескопъ Фери. Мнѣ все таки удалось избѣжать всѣхъ этихъ неудобствъ и осуществить, какъ въ формѣ зрительной трубы, такъ и въ формѣ телескопа, приборы, чувствительные къ температурамъ, начиная съ 500°, и шкала которыхъ ничѣмъ не ограничена въ сторону высокихъ температуръ [1]). Для температуръ ниже 500° нѣтъ недостатка въ другихъ способахъ измѣренія.

Термоэлектрическая пара этого прибора приготовлена изъ двухъ пластинокъ, желѣзной и константановой, въ 0,1 мм. ширины и въ 0,002 мм. толщины; припаяны эти металлы къ серебряному диску отъ 0,5 мм. до 1,5 мм. въ діаметрѣ и вѣсомъ около одного миллиграмма. Показанія этого инструмента почти моментальны.

Фигура 10-я изображаетъ разрѣзъ зрительной трубы, употребляемой въ техникѣ. Объективъ ея образованъ двумя линзами изъ малопоглощающаго стекла; съ нимъ можно получить отверстіе $\frac{F}{D} = \frac{3}{5}$ безъ значительной аберраціи (F—фокусное разстояніе, D—діаметръ).



Фиг. 10.

Діафрагма E, расположенная на постоянномъ разстояніи отъ пары CD, ограничиваетъ конусъ лучей, выходящихъ изъ объектива, до нѣкотораго постояннаго угла, независящаго отъ растяженія трубы.

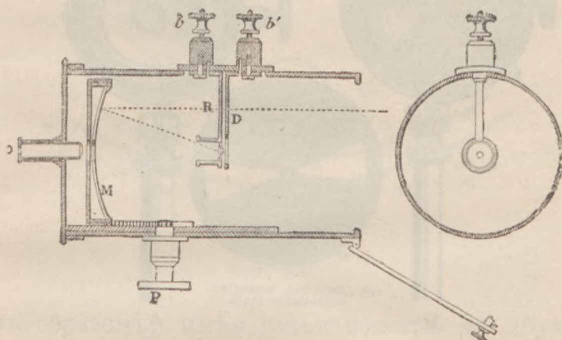
При этихъ условіяхъ изображеніе нагрѣтаго тѣла должно только выступать со всѣхъ сторонъ за предѣлы серебрянаго диска, образующаго спай, дабы измѣреніе было правильнымъ и являлось исключительно функціей калорической яр-

---

[1]) Одинъ изъ этихъ приборовъ позволилъ астроному Миллошо измѣрить кажущуюся температуру солнца. См. „Физич. Обозр." 1908, стр. 20.

кости лучеиспускающаго тѣла. Крестъ съ отверстiемъ въ центрѣ защищаетъ металлическiя нити пары отъ лучеиспусканiя смежныхъ съ печью областей; на фиг. 10-й онъ показанъ сбоку.

Телескопъ для техническаго примѣненiя изображенъ на фигурѣ 11-й; его вогнутое зеркало *M*, приготовленное изъ спецiальнаго стекла, позолоченнаго въ огнѣ, какъ золотится фарфоръ,

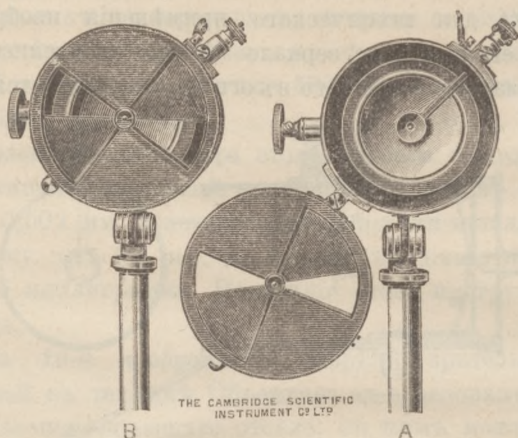


Фиг. 11.

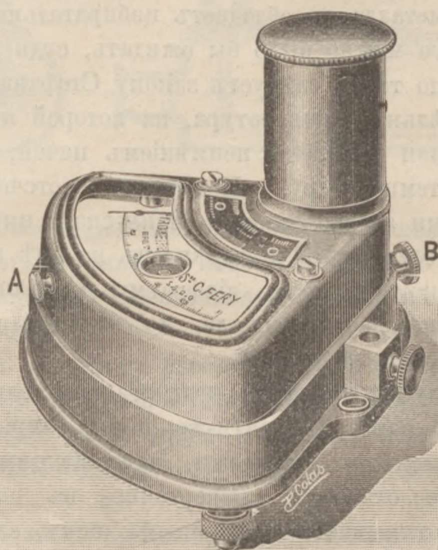
вслѣдствiе чего оно прекрасно противостоитъ всѣмъ измѣненiямъ и его отражательная способность равна 93% отражательной способности серебра. Опытъ показалъ, что отложенный такимъ образомъ металлъ не обладаетъ избирательнымъ поглощенiемъ, какъ этого можно было бы ожидать, судя по его цвѣту, и онъ совершенно точно слѣдуетъ закону Стефана между 500° и 1600°; это предѣльная температура, на которой я долженъ былъ прiостановить свои опыты за неимѣнiемъ печей, дающихъ болѣе высокую температуру. Полученные отсчеты сравнивались съ отсчетами абсорбцiоннаго оптическаго пирометра. Термоэлектрическiй элементъ *D* прикрѣпленъ на днѣ малой трубки, края которой играютъ роль дiафрагмы и ограничиваютъ конусъ лучей, идущихъ отъ зеркала, до нѣкотораго постояннаго угла, какъ показано на фигурѣ.

Дѣйствiю лучеиспусканiя подвергается только спай термоэлектрической пары *D*; нити-же пары закрыты двумя малыми призматическими зеркалами, занимающими дно малой трубки; маленькое отверстiе, высверленное въ центрѣ системы этихъ зеркалъ, открываетъ серебряный дискъ, служащiй горячимъ спаемъ.

Присутствіе этихъ двухъ малыхъ призматическихъ зеркалъ, ребра которыхъ направлены противоположно, служитъ для раздвоенія изображенія визированнаго тѣла въ томъ случаѣ, если установка сдѣлана неправильно. Здѣсь, какъ и въ вышеописанной зрительной трубѣ, также необходимо, чтобы изображеніе печи явно выходило за предѣлы малаго отверстія въ центрѣ зеркалъ, дабы измѣреніе температуры не зависѣло отъ размѣровъ нагрѣтаго тѣла.



Фиг. 12.



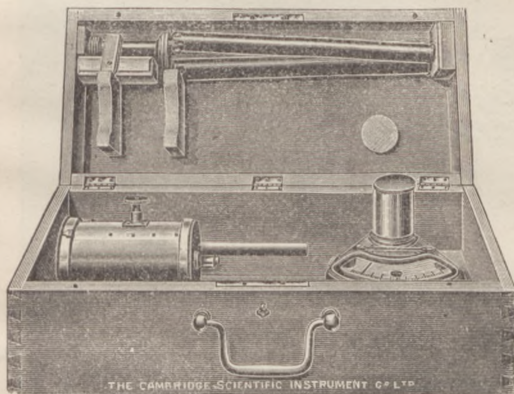
Фиг. 13.

Для увеличенія предѣловъ шкалы прибора къ передней части телескопа можно прикрѣпить діафрагму, образованную четырмя секторами, изъ которыхъ два неподвижны, а два подвижны (фиг. 12). При наличности этихъ условій количество теплоты, полученное спаемъ, строго пропорціонально углу двухъ остающихся открытыми секторовъ, причемъ это справедливо даже съ вогнутымъ зеркаломъ, обладающимъ аберраціей.



Фиг. 14.

Такимъ образомъ, имѣя гальванометръ съ двумя шкалами, можно измѣрять всѣ температуры въ предѣлахъ отъ 600° до 2000°. Фигура 13-я воспроизводитъ гальванометръ, примѣняемый къ этому телескопу. Эти приборы очень скоро распространились въ Англіи и въ Америкѣ, гдѣ они большею частью

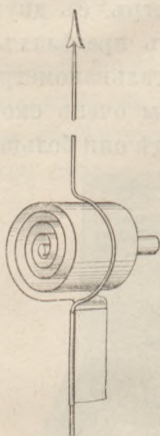


Фиг. 15.

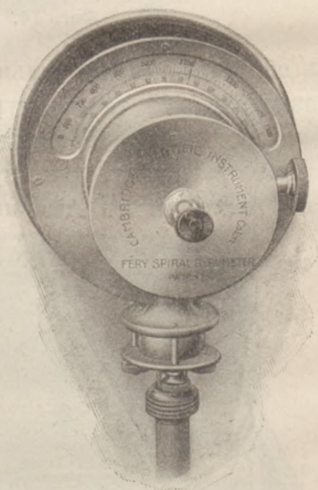
приводятъ въ движеніе очень простой автоматически записывающій гальванометръ. На фиг. 14 изображена шкала гальванометра, работающаго съ телескопомъ, снабженнымъ діафрагмою въ формѣ бабочки; обѣ шкалы служатъ для измѣренія всѣхъ

температуръ, заключенныхъ между 500° и 1980°. На фигурѣ 15-й всѣ главныя части моего пирометра показаны въ сложенномъ видѣ, а на фиг. 18-й въ собранномъ видѣ.

Лучистый пирометръ, основанный на расширеніи. Этотъ приборъ, представляющій упрощеніе предыдущаго, не имѣетъ уже ничего электрическаго: термоэлектрическая пара вышеописаннаго пирометрическаго телескопа замѣнена биметаллическою спиралью, внѣшній діаметръ которой равенъ всего 1,5 мм. (фиг. 16). Эта спираль тщательно почернена, точно такъ же, какъ и серебряный спай предыдущихъ приборовъ; при посредствѣ малаго диска, предназначеннаго для задержки всѣхъ падающихъ на нее радіацій, спираль соединена со стрѣлкою, двигающеюся по квадранту, прикрѣпленному къ самому корпусу прибора.



Фиг. 16.



Фиг. 17.

Фигура 17-я представляетъ общій видъ этого новаго упрощеннаго прибора.

Единственный недостатокъ, присущій всѣмъ радіопирометрамъ, заключается въ необходимости оставлять отверстіе въ печи для визированія.

Въ нѣкоторыхъ отрасляхъ промышленности, какъ, напримѣръ, при обжиганіи фарфора, вслѣдствіе этого возникаютъ нѣкоторыя неудобства.

Ле-Шателье и Будуаръ въ ихъ замѣчательномъ трудѣ „Объ измѣреніяхъ высокихъ температуръ“ указали на приспособленіе (фиг. 18), посредствомъ котораго можно избѣжать этого неудобства: „Трубка изъ тугоплавкой глины, проходящая черезъ стѣну печи и проникающая въ послѣднюю на растояніи отъ 0,50 до 1 метра, закрытая съ внутренней стороны и открытая съ внѣшней, образуетъ лучеиспускающую поверхность съ температурою, равною температурѣ печи; эту поверхность и слѣдуетъ визировать измѣрительнымъ приборомъ“.

Приспособленіе Ле-Шателье и Будуара даетъ возможность избѣжать доступа холоднаго воздуха и осуществить теоретическія условія изотермической замкнутой оболочки Кирхгоффа



Фиг. 18.

Заключеніе.

Столь важная и неотложная задача, какъ точное измѣреніе всей шкалы температуръ, встрѣчаемыхъ въ техникѣ, нашла наконецъ свое разрѣшеніе. Отъ обыкновенной температуры и до 700⁰ прекрасно служитъ термоэлементъ желѣзо-константанъ, а до 1300⁰ термоэлементъ Ле-Шателье; они не только отмѣчаютъ свои показанія, но даже автоматически записываютъ ихъ.

За невозможностью примѣненія этихъ паръ къ измѣренію болѣе высокихъ температуръ, заключенныхъ между 500⁰ и температурою вольтовой дуги, приходится прибѣгать къ калорическимъ радіо-пирометрамъ, которые также способны записывать свои показанія.

Наконецъ, когда лучеиспускающее тѣло имѣетъ слишкомъ малые размѣры для того, чтобы покрыть серебряный дискъ спая, какъ, напримѣръ, при выплавкѣ стали, тогда нужно обратиться къ оптическимъ пирометрамъ, дающимъ показанія, начиная съ 900⁰ и до наивысшихъ температуръ, для которыхъ, какъ и для калорическихъ радіо-пирометровъ, предѣлъ шкалы неограниченъ.

Эѳиръ междумірового пространства.

Сэра Оливера Лоджа[1]).

Тридцать лѣтъ тому назадъ Клеркъ Максвеллъ произнесъ на этомъ самомъ мѣстѣ замѣчательную рѣчь „О дѣйствіи на разстояніи“. Она изложена въ 7-мъ томѣ журнала Королевскаго Института, и я желалъ бы обратить на нее ваше вниманіе. Многіе ученые держались и держатся того мнѣнія, что дѣйствіе на разстояніи чрезъ пустое пространство невозможно; другими словами, они предполагаютъ, что матерія не можетъ дѣйствовать тамъ, гдѣ нѣтъ ничего, а только тамъ, гдѣ есть что нибудь. Вопросъ, „что же именно“, требуетъ большого вниманія и не легкомысленно даннаго отвѣта. Какъ гидродинамическая или вихревая теорія матеріи, такъ и электрическая, предполагаютъ, что каждый атомъ матеріи обладаетъ универсальнымъ, хотя почти безконечно малымъ вліяніемъ и простирающимся всюду, такъ какъ нѣтъ рѣзко опредѣленныхъ границъ или ограничивающихъ поверхностей для областей, гдѣ обнаруживается его существованіе. Линіи силы одинокаго электрическаго заряда распространяются на неограниченное пространство: хотя зарядъ съ противоположнымъ знакомъ отклоняетъ и концентрируетъ ихъ, но мы можемъ, пользуясь методомъ наложенія, разсуждать о дѣйствіи обоихъ зарядовъ одновременно такъ, какъ будто каждый изъ нихъ существуетъ независимо отъ другого. Въ этомъ случаѣ ясно, что какъ бы далеко ни распространялось дѣйствіе зарядовъ, эти центры притяженія не производятъ дѣйствія на разстояніи въ техническомъ смыслѣ слова.

Нѣкоторые ученые справедливо полагаютъ, что умъ можетъ дѣйствовать на умъ безъ промежуточнаго механизма, а

[1]) Извлеченіе изъ рѣчи, читанной въ Королевскомъ Институтѣ (Royal Institution) 21-го Февраля 1908 года.

иногда это принимали, какъ настоящее дѣйствіе на разстояніи; но, во первыхъ, нельзя составить себѣ подходящаго представленія или реальной модели такого процесса, а во вторыхъ, неизвѣстно, не имѣютъ ли пространство и разстояніе особаго значенія въ области психологіи. Связь между умами можетъ быть совсѣмъ не тѣмъ, что представляетъ собой физическая близость тѣлъ, и отрицая дѣйствіе на разстояніи въ пустомъ пространствѣ, я этимъ не отрицаю телепатію и другія проявленія не физическаго характера. Хотя физическая дѣятельность мозга несомнѣнно участвуетъ и представляетъ существенную часть въ умственномъ актѣ, какъ дѣйствующаго, такъ и воспринимающаго характера, но мы знаемъ изъ примѣра тепла, что матеріальное движеніе можетъ быть возбуждено въ извѣстномъ мѣстѣ за счетъ траты соотвѣтственнаго движенія въ другомъ мѣстѣ, безъ перемѣщенія или матеріальнаго прикосновенія между обоими мѣстами; нѣчто, проходящее при этомъ чрезъ пустоту, не есть тепло.

Но во всѣхъ случаяхъ, гдѣ передается физическое движеніе, я нахожу необходимымъ отыскать проводящую среду; это можетъ быть не матерія, но это должно быть нѣчто; должна быть связующая среда, иначе передача невозможна. Не можетъ быть притяженія чрезъ дѣйствительно пустое пространство; и если даже указана матеріальная связь, то объясненіе причины явленія еще не полно, такъ какъ механизмъ притяженія становится понятнымъ только тогда, когда мы найдемъ, что въ дѣйствительности тѣло движется потому, что нѣчто толкаетъ его сзади. По настоящему всякая сила въ природѣ толкающая. Даже когда мы найдемъ „пути дѣйствій“ и откроемъ связующія нити, то мы все-таки наткнемся на понятіе о „сцѣпленіи“ и должны будемъ обсудить его истинное значеніе. Почему вся палка движется, если ударить по одному концу ея, это требуетъ объясненія; а единственное возможное объясненіе показываетъ, что должна существовать непрерывная среда, связующая отдѣльныя и разрозненныя частицы вещества.

Когда сгибаютъ или разгибаютъ стальную пружину, что въ дѣйствительности напрягается? Не атомы, они только перемѣщаются; напрягается связь между ними, связующая среда — эѳиръ. Разгибаніе пружины есть въ сущности разгибаніе эфира. Матерію можно только привести въ движеніе. Между атомами,

насколько мы ихъ знаемъ, прикосновенія не существуетъ; сомнительно, чтобы когда либо одна частица матеріи касалась сосѣдней, точно такъ-же, какъ комета не касается солнца, когда повидимому она отскакиваетъ отъ него; но атомы соединены между собой точно такъ-же, какъ комета съ солнцемъ, непрерывной средой (plenum), безъ разрывовъ или промежутковъ какого бы то ни было рода. Матерія дѣйствуетъ на матерію только чрезъ эѳиръ. Но есть-ли матерія нѣчто совершенно иное и отдѣльное отъ эѳира или только видоизмѣненная особымъ образомъ часть его, измѣненная такъ, что она способна передвигаться, и, однако, оставаться въ непосредственной связи съ остальнымъ эѳиромъ, распространеннымъ, такъ сказать, всюду, далеко за предѣлы измѣненной и видимой части его,—это вопросъ открытый, и я могу сказать, что отвѣтъ на него нынѣ разрабатывается.

Каждый такой отвѣтъ заключаетъ въ себѣ представленіе объ универсальной и, можетъ быть, безпредѣльной, однородной, вездѣсущей, связующей средѣ, междуміровомъ эѳирѣ.

Говорилось насмѣшливо, что эѳиръ дѣлается въ Англіи. Это утвержденіе только преувеличеніе истины. Я могу даже настаивать на томъ, что онъ въ значительной степени созданъ въ нашемъ Королевскомъ Обществѣ. Напомню вамъ главныя основанія, по которымъ мы вѣримъ въ его существованіе, и приведу тѣ доказательства, которыя даетъ намъ для этого наука. Прежде всего Ньютонъ призналъ необходимость среды для объясненія тяготѣнія. Въ своихъ „Оптическихъ изслѣдованіяхъ“ онъ доказываетъ, что если бы давленіе этой среды было меньше вблизи твердыхъ тѣлъ, чѣмъ на большомъ разстояніи отъ нихъ, то твердыя тѣла притягивались бы другъ къ другу, и что если уменьшеніе давленія происходитъ обратно этому разстоянію, то законъ притяженія будетъ закономъ тяготѣнія.

Поэтому все, что нужно для объясненія тяготѣнія, это уменьшеніе давленія или увеличеніе напряженія, происходящее отъ образованія матеріальной особи, т. е. электрона или атома; и хотя мы до сихъ поръ не знаемъ, что такое электронъ, центръ-ли это напряженія, или-же какое-либо другое обособленіе въ эѳирѣ, но не трудно предположить, что легкое, почти безконечно малое напряженіе или растяженіе происходитъ въ эѳирѣ при образованіи электрона и прекращается только при рас-

паденіи и уничтоженіи его. Строго говоря, это не настоящее растяженіе, но только „усиліе“, такъ какъ эѳиръ не можетъ дѣйствительно „уступать“ и разрѣжаться, но толчекъ или натяженіе распространяются по всѣмъ направленіямъ до безконечности.

Напряженіе относительно каждой частицы матеріи до смѣшного мало, и, однако, въ итогѣ, близъ такого тѣла, какъ планета, оно громадно.

Сила, поддерживающая луну на ея орбитѣ, достаточна, чтобъ разорвать стальной стержень толщиной въ четыреста миль, способный выдержать натяженіе въ тридцать тоннъ на квадратный дюймъ, такъ что если-бы луна и земля были связаны сталью вмѣсто закона тяготѣнія, то понадобился бы лѣсъ столбовъ, чтобы поворотить разъ въ мѣсяцъ всю систему около общаго центра тяготѣнія. Такая сила требуетъ непремѣнно громаднаго напряженія или давленія на среду. Максвеллъ вычислилъ, что сила тяготѣнія близъ земли, въ предполагаемомъ нами околоземномъ эѳирѣ въ 3000 разъ больше того, что можетъ выдержать наиболѣе крѣпкая сталь, а около солнца она должна быть въ 25000 разъ больше этого.

Въ моемъ умѣ возникъ вопросъ, что было бы, если бы весь видимый міръ, равный, по вычисленіямъ лорда Кельвина, тысячи милліонамъ солнцъ, былъ сосредоточенъ въ одномъ тѣлѣ съ опредѣленною плотностью [1]). Не было-ли бы давленіе такъ велико, чтобы вызвать стремленіе къ разъединенію эѳира, и не произвело-ли бы оно взрыва и разсѣянія частицъ въ новую громадную туманность и осколки, разлетающіеся въ даль пространства; это должно было бы произойти, потому что напряженіе было бы всего сильнѣе внутри такой массы, а если бы оно возрасло до 10^{33} динъ на см.^{2}, то катастрофа была бы неизбѣжна. Я не утверждаю, что въ этомъ заключается причина разсѣяннаго состоянія подверженной тяготѣнію матеріи, но какая нибудь причина этого состоянія существуетъ.

Мы слишкомъ мало, однако, знаемъ о механизмѣ тяготѣнія, чтобъ приводить его, какъ важнѣйшій аргументъ для до-

---

[1]) Однако, при ариѳметическомъ вычисленіи, я нашелъ, что неизбѣжное увеличеніе плотности будетъ такъ велико, что такая громадная масса не можетъ существовать.

казательства существованія эѳира. Наиболѣе раннее, основательное и рѣшительное умозаключеніе о необходимости существованія эѳирной среды дала намъ волнообразная теорія свѣта, основателемъ которой былъ въ началѣ прошлаго столѣтія здѣшній профессоръ естественныхъ наукъ Томасъ Юнгъ.

Ни одинъ родъ матеріи изъ извѣстныхъ намъ не въ состояніи передавать волненій или колебаній, которыя мы называемъ свѣтомъ. Этому препятствуетъ скорость, родъ этихъ колебаній и легкость, съ которой они проходятъ чрезъ пустоту.

Такъ ясно и всеобще было представленіе, что волны должны быть волнами чего нибудь, по отличнаго отъ обыкновенной матеріи, что лордъ Салисбери въ своемъ президентскомъ привѣтствіи Британской Ассоціаціи въ Оксфордѣ характеризовалъ эѳиръ, какъ немного большее, чѣмъ „отглагольное существительное", произведенное отъ глагола колебаться, волноваться. Эѳиръ есть дѣйствительно это, но и гораздо больше этого; чтобы разъяснить его свѣтоносныя свойства, я приведу параграфъ изъ лекціи Клерка Максвелла, на которую я уже ссылался:

„Обширныя междупланетныя и междузвѣздныя пространства не должны болѣе считаться пустыми мѣстами во вселенной, которыя Создатель не счелъ нужнымъ заполнить символами разнообразнаго строя своего царства. Мы увидимъ, что оно также наполнено этой чудесной средой; оно такъ полно ею, что никакая человѣческая сила не можетъ удалить ее изъ малѣйшей частицы пространства, или произвести тончайшій перерывъ въ ея безпредѣльной протяженности. Она простирается непрерывно отъ звѣзды къ звѣздѣ, и когда частица кислорода колеблется въ созвѣздіи Пса, то среда воспринимаетъ это колебаніе и, неся ее въ теченіе годовъ въ своихъ обширныхъ нѣдрахъ, въ надлежащее время, по опредѣленнымъ законамъ и въ цѣлости направляетъ его въ спектроскопъ Гюгинса въ Тюльзъ-Гиллѣ" [1]).

Изложеннаго достаточно, чтобы подчеркнуть фактъ, что нашъ глазъ есть дѣйствительно единственный органъ чувствъ, воспринимающій проявленія эѳира, и что только посредствомъ зрѣнія мы можемъ сообщаться съ эѳиромъ. Обнаруженіе колебаній въ этой средѣ, опредѣленіе направленія, по которому

---

[1]) Пріятно вспомнить, что ветераны-изслѣдователи Сэръ Вилльямъ и леди Гюгинсъ работаютъ до сихъ поръ.

идутъ эти колебанія, и нѣкоторое понятіе о качествѣ предмета, изъ котораго исходятъ они, вотъ все, что мы разумѣемъ подъ словами „зрѣніе“ и „видѣть“.

Я перейду теперь къ другимъ свойствамъ эѳира, къ электрическимъ и магнитнымъ явленіямъ, проявляемымъ имъ, и на этотъ счетъ я сдѣлаю только небольшое извлеченіе изъ сочиненій Фарадея, вся жизнь котораго была посвящена, такъ сказать, выясненію этихъ проявленій эѳира. Фарадей полагалъ, что та среда, которая служитъ для распространенія свѣта, можетъ также производить и электромагнитныя явленія. „Что касается до меня“, говоритъ онъ, „то, разсматривая отношенія пустого пространства къ магнитной силѣ и общій характеръ магнитныхъ явленій, совершающихся внѣ самаго магнита, я болѣе склоненъ думать, что при передачѣ силы происходитъ дѣйствіе чего-то внѣшняго относительно магнита, а не простое притяженіе и отталкиваніе на разстояніи. Такое дѣйствіе можетъ быть производится эѳиромъ; весьма вѣроятно, что если существуетъ эѳиръ, то дѣйствіе его не ограничивается простой передачей радіаціи“.

Это предположеніе вполнѣ подтвердилось дальнѣйшими изслѣдованіями.

Въ настоящее время открывается новое свойство эѳира; оказывается, что изъ него составлено вещество. Этимъ въ высшей степени интереснымъ предметомъ заняты теперь многіе дѣятельные ученые. Я сдѣлаю краткое извлеченіе изъ работы теперешняго оксфордскаго профессора физики Дж. Дж. Томсона, гдѣ онъ излагаетъ выводы, которые мелькаютъ въ туманѣ передъ всѣми нами, но которые до сихъ поръ не вполнѣ ясны и не всѣми одинаково формулируются.

„Вся масса какого-бы то ни было тѣла равняется массѣ эѳира, окружающаго это тѣло и увлекаемаго фарадеевскими трубками, соединенными съ атомами тѣла. Въ сущности, всякая масса есть масса эѳира; всякій моментъ—моментъ эѳира; и всякая кинетическая энергія—кинетическая энергія эѳира. Это представленіе, надо сказать, предполагаетъ, что эѳиръ несравненно плотнѣе всѣхъ извѣстныхъ веществъ“.

Да, гораздо плотнѣе, настолько плотнѣе, что матерія въ сравненіи съ нимъ не болѣе, какъ паутина, или тонкій, едва

замѣтный туманъ, какъ Млечный путь. Не призрачна или не значительна, такъ какъ паутина не призракъ, и для извѣстныхъ существъ очень важна, но она не можетъ быть названа тяжелой и плотной; а матерія, даже платина, не плотна сравнительно съ эѳиромъ. До послѣдняго года я, однако, не могъ себѣ представить, какова должна быть въ дѣйствительности плотность эѳира [1]) въ сравненіи съ тѣмъ видоизмѣненіемъ его, которое мы называемъ матеріей, и которое, будучи доступнымъ нашимъ чувствамъ, привлекаетъ все наше вниманіе. Я вернусь къ этому предмету въ концѣ моей лекціи, если буду имѣть время.

Не обладаетъ-ли эѳиръ какой либо другой функціей, еще не открытой, но открыть которую возможно въ будущемъ? Я думаю, что да, но это одно предположеніе, и я не буду говорить здѣсь о немъ, а лишь упомяну, что авторы „Невидимаго Міра“ считали это вѣроятнымъ, а Клеркъ Максвеллъ пытался выразить эту идею слѣдующими словами: „Способно-ли это громадное пространство изотропнаго вещества служить лишь средой для физическаго воздѣйствія между отдѣльными тѣлами и выполнять другія физическія функціи, о которыхъ мы до сихъ еще не имѣемъ понятія, или оно можетъ также создавать матеріальные организмы особей, одаренныхъ жизненными и умственными способностями равными или высшими, чѣмъ наши въ настоящее время,—это вопросъ, заходящій далеко за предѣлы физическаго изслѣдованія“.

На этомъ я теперь прекращу разсмотрѣніе этой стороны занимающаго насъ предмета и перейду къ попыткѣ выяснить нѣкоторыя отношенія между эѳиромъ и матеріей

Часто задаютъ вопросъ, матеріаленъ-ли эѳиръ. Это главнымъ образомъ вопросъ условный, тутъ все дѣло въ словахъ. Нѣтъ сомнѣнія, что эѳиръ принадлежитъ къ матеріальному или физическому міру, но это не обыкновенная матерія. Я предпочелъ-бы сказать, что это вовсе не „матерія“. Это можетъ быть вещество, субстратъ, изъ котораго состоитъ матерія, но было-бы сбивчиво и неудобно не имѣть возможности различать матерію съ одной стороны и эѳиръ съ другой. Если вы завяжете на

---

[1]) См. Лоджъ, Phil. Magazine, апрѣль 1907 г.

ниткѣ узелъ, то онъ будетъ сдѣланъ изъ нитки, но сама нитка не составлена изъ узловъ. Возьмите дымныя или вихревыя кольца, плавающія въ воздухѣ; они состоятъ изъ воздуха, но сама атмосфера не дымное кольцо, и назвать ее такъ было-бы только смѣшеніемъ понятій.

Основное различіе между эѳиромъ и матеріей состоитъ въ томъ, что матерія движется, въ томъ смыслѣ, что она имѣетъ свойство передвигаться и можетъ производить толчки и удары, между тѣмъ какъ эѳиръ находится въ состояніи напряженія и производитъ давленіе и отталкиваніе. Вся потенціальная энергія скрыта въ эѳирѣ. Онъ можетъ колебаться, можетъ вращаться, но онъ не способенъ передвигаться; это самое неподвижное тѣло, которое мы знаемъ, такъ сказать абсолютно неподвижное, образецъ покоя.

Все, что мы можемъ дѣлать сами въ матеріальномъ мірѣ, это двигать матерію нашими мускулами, измѣнять скорость движенія и форму массъ матеріи; мы можемъ непосредственно только передвигать матерію силой нашихъ мышцъ; всякое другое воздѣйствіе на нее будетъ уже не прямымъ.

Но теперь возникаетъ вопросъ, какъ можетъ быть матерія составлена изъ эѳира. Возможно-ли построить твердое тѣло изъ жидкаго? Твердое тѣло обладаетъ неизмѣняемостью, непроницаемостью, упругостью и т. д.; какъ-же можетъ имѣть тѣ же свойства совершенная жидкость, какой долженъ быть эѳиръ? Всѣ эти свойства, какъ оказывается, можетъ имѣть жидкость, находящаяся въ движеніи, что доказано большею частью работъ лорда Кельвина. Приведемъ нѣсколько примѣровъ.

Колесо изъ спицъ, прозрачное и проницаемое, находясь въ покоѣ, становится непроницаемымъ во время вращенія, такъ что мячъ, брошенный въ него, не проходитъ насквозь, а отскакиваетъ Движеніе вліяетъ только на проницаемость, а не на самую матерію; прозрачность относительно свѣта остается безъ измѣненія, если только скорость движенія не приближается къ скорости самого свѣта.

Шелковый шнурокъ, висящій на блокѣ, становится негибкимъ и вязкимъ, когда приведенъ въ быстрое движеніе, и толчки или волны, сообщаемые ему, проходятъ по немъ со скоростью, равной его собственному движенію, такъ что шнурокъ кажется неподвижнымъ. Это случай кинетической негибкости,

и тотъ фактъ, что скорость передачи волнъ равна вращательной скорости матеріи, типиченъ и важенъ, такъ какъ во всѣхъ случаяхъ кинетической упругости обѣ скорости принадлежатъ къ одному роду величинъ.

Гибкая цѣпь, приведенная въ быстрое вращательное движеніе, можетъ стоять вертикально на своемъ нижнемъ концѣ, пока движеніе продолжается. Струя воды, при достаточной скорости паденія, сопротивляется ударамъ молотка и попыткѣ разрѣза ударомъ сабли. Вращающійся кружокъ бумаги, становится упругимъ, какъ гибкій металлъ, и можетъ дѣйствовать какъ круговая пила. Сэръ Вилльямъ Уайтъ говорилъ мнѣ, что въ карабельномъ дѣлѣ употребляютъ для разрѣзанія стальныхъ пластинъ быстро вращающіеся диски изъ мягкаго желѣза.

Дымныя кольца, выпускаемыя изъ эллиптическаго отверстія, колеблются около своего устойчиваго цилиндрическаго вида, какъ колебались-бы резиновыя кольца, представляя прекрасный примѣръ кинетической упругости и ясно показывая намъ, что жидкость можетъ обладать нѣкоторыми свойствами твердыхъ тѣлъ. Другой примѣръ представляетъ модель пружинныхъ вѣсовъ, сдѣланная лордомъ Кельвиномъ исключительно изъ негибкихъ предметовъ, приведенныхъ во вращательное движеніе [1]).

Если эөиръ можетъ быть приведенъ во вращательное движеніе, то мы можемъ надѣяться, что намъ удастся заставить его проявить нѣкоторыя свойства матеріи или даже съ помощью его создать матерію. Но какъ заставимъ мы эөиръ вращаться? Матерія одна, повидимому, не имѣетъ вліянія на него. Я вращалъ стальные диски въ ярдъ діаметромъ со скоростью 4.000 разъ въ минуту, направлялъ свѣтъ между ними и тщательно изслѣдовалъ малѣйшее измѣненіе въ эөирѣ, но ничего не могъ замѣтить. Механически вращать эөиръ невозможно.

Мы можемъ, однако, заставить его колебаться посредствомъ электричества, и то-же дѣлаетъ всякій источникъ, дающій лучи. Наэлектризованное тѣло, колеблющееся достаточно быстро, есть единственный источникъ эөирныхъ волнъ, который извѣстенъ намъ, а быстро остановленный электрическій зарядъ даетъ толчекъ, извѣстный подъ названіемъ X лучей. Не скорость, но

---

[1]) Рѣчь въ секціи А. Британскаго Общества въ Монтреалѣ.

внезапное измѣненіе скорости даетъ начало волнамъ эѳира при посредствѣ электричества.

Мы должны предположить существованіе нѣкотораго вращательнаго движенія въ эѳирѣ, хотя не имѣемъ такого дѣйствительнаго средства открыть его, какое даетъ намъ зрѣніе для извѣстнаго рода его колебаній. Предполагаютъ, что подобное вращеніе происходитъ всякій разъ, когда мы разряжаемъ электрическій зарядъ вблизи магнитнаго полюса. Кругомъ линіи, соединяющей оба полюса, эѳиръ вращается, какъ волчекъ. Я не говорю, что онъ вращается быстро: это зависитъ отъ его плотности; въ дѣйствительности онъ вращается крайне медленно, но вращается съ опредѣленнымъ моментомъ количества движенія. Дж. Дж. Томсонъ опредѣляетъ въ своей теоріи этотъ моментъ количества движенія равнымъ em, произведенію заряда e на количество магнитизма m, причемъ зарядъ измѣряется въ электростатическихъ, а полюсъ въ электромагнитныхъ единицахъ.

Какъ это можно было-бы показать на опытѣ? Предположимъ, что у насъ есть волчекъ, заключенный въ ящикѣ, вслѣдствіе чего вращенія его мы не можемъ констатировать обыкновеннымъ способомъ. Мы можемъ, однако, это сдѣлать, изслѣдовавъ его гиростатическое отношеніе къ силѣ. Подверженный „прецессіи“ волчекъ станетъ вращаться перпендикулярно къ отклоняющей силѣ. То-же происходитъ при дѣйствіи заряда на магнитный полюсъ. Попробуйте быстро измѣнить зарядъ, и онъ сейчасъ же повернется подъ прямымъ угломъ. Движущійся зарядъ есть токъ; и полюсъ, и зарядъ стремятся вращаться одинъ около другого; это настоящее гиростатическое движеніе, зависящее отъ незамѣтнаго иначе вращенія эѳира. Это магнитное вращеніе открыто Фарадеемъ.

Я знаю, что это обыкновенно выводится другимъ способомъ, при помощи линій силы и неподвижнаго замкнутаго тока, но я представляю себѣ токъ, какъ потокъ несущихся зарядовъ, и ни одинъ изъ способовъ разсматривать такого рода предметъ не исключаетъ другихъ, одинаково пригодныхъ, и не исчерпываетъ всей истины. Во всякомъ случаѣ, какъ бы ни разсматривать его, это примѣръ трехъ взаимно перпендикулярныхъ векторовъ.

Три вектора, находящіеся подъ прямымъ угломъ другъ къ другу, и которые мы можемъ называть токомъ, магнитизмомъ и движеніемъ, или общее E, H, V, представляютъ самыя основныя отношенія между эѳиромъ и матеріей и составляютъ связь между электричествомъ, магнитизмомъ и механическимъ движеніемъ. Когда на лицо два изъ нихъ, то проявленіе третьяго составляетъ необходимое слѣдствіе. На этомъ законѣ основаны всѣ динамомашины, электромоторы, телеграфъ и многія другія вещи, и является вопросъ, не лежитъ-ли онъ въ основѣ всего того, что мы знаемъ въ физической наукѣ, и не на немъ-ли основано наше понятіе о трехъ измѣреніяхъ пространства.

Наконецъ, мы имѣемъ еще основное свойство матеріи, называемое нами инерціей. Если-бы я имѣлъ достаточно времени, я показалъ-бы вамъ, что оно можетъ быть объяснено электромагнитизмомъ, если мы примемъ плотность эѳира равной 10^{19}. Упругость эѳира будетъ тогда 10^{33} *C. G. S.*, и если это зависитъ отъ внутренняго вихревого движенія, то скорость вращенія или вихревая упругость будутъ того-же порядка, какъ и скорость свѣта. Это выводится изъ законовъ гидродинамики тѣмъ-же способомъ, какъ скорость, съ которой толчекъ пробѣгаетъ по натянутому безконечному упругому шнуру, натяженіе котораго зависитъ исключительно отъ центробѣжной силы вращенія, и равна скорости движенія самаго шнура Итакъ, по нашимъ современнымъ понятіямъ внутренняя энергія строенія эѳира невѣроятно и чудовищно велика; каждый кубическій миллиметръ пространства заключаетъ вещество, равное, если-бъ оно было матеріей, тысячѣ тоннъ, и обладаетъ энергіей, равняющейся работѣ электрической станціи въ милліонъ лошадиныхъ силъ въ теченіе сорока милліоновъ лѣтъ.

Міръ, въ которомъ мы живемъ, удивителенъ, и мы только что начинаемъ изслѣдовать его. Мы знаемъ, что матерія имѣетъ психическое значеніе, такъ какъ изъ нея состоитъ мозгъ, образующій связь между физическимъ и психическимъ мірами. Если кто нибудь полагаетъ, что эѳиръ, при всей своей плотности и энергіи, по всей вѣроятности, не имѣетъ психическаго значенія, то я не нахожу возможнымъ съ нимъ согласиться.

Образованіе гелія изъ урана.

Ф. Содди.

Въ работѣ, появившейся въ октябрьскомъ номерѣ „Philosophical Magazine“ за 1908 г., я сдѣлалъ предварительное сообщеніе объ опытахъ, начатыхъ мною въ 1905 году съ цѣлью доказать образованіе гелія изъ первичныхъ радіоактивныхъ элементовъ и измѣрить его количество. Приведенные тамъ результаты касались главнымъ образомъ торія. Теперь я хочу сообщить свои наблюденія надъ ураномъ, не останавливаясь на методѣ, который мною былъ подробно описанъ въ приведенной статьѣ. Посредствомъ спеціальныхъ приспособленій растворы примѣняемыхъ веществъ могутъ быть совершенно освобождены отъ воздуха и сохраняться въ этомъ состояніи неограниченное время. Послѣ любого періода выдѣленія газовъ послѣдніе могутъ быть совершенно удалены кипяченіемъ раствора въ струѣ газа, проходящаго изъ вольтаметра. Удаленные газы охлажденіемъ освобождаются отъ воды и въ вакуумъ-печи подвергаются дѣйствію паровъ кальція, благодаря чему всѣ газы, за исключеніемъ инертныхъ, совершенно поглощаются. Послѣ охлажденія, печь наполняется ртутью и оставшійся въ ней газъ переводится въ возможно малую спектральную трубку изъ свинцоваго стекла. Наименьшее количество гелія, которое удается обнаружить во время удачнаго опыта, на основаніи ряда опытовъ можно опредѣлить въ 2.10^{-10} гр. Съ подобнымъ-же приборомъ, но содержавшимъ только растворъ сѣрнокислаго натрія, я велъ провѣрочные опыты и убѣжденъ, что къ полученнымъ результатамъ можно питать полное довѣріе.

Я примѣнялъ различныя количества азотнокислаго урана. Въ первый разъ я произвелъ изслѣдованіе съ такимъ количествомъ соли, которая заключала 340 гр. урана и которая была тщательно очищена Г. Маккенци. Но какъ только оказалось,

что при этомъ количествѣ образованіе гелія протекаетъ слишкомъ медленно, я поставилъ второй опытъ въ гораздо большемъ масштабѣ. Расходы на этотъ опытъ, равнымъ образомъ какъ и на дальнѣйшіе, были покрыты изъ Карнэгіевской стипендіи, которая была мнѣ присуждена для этой цѣли. Я употребилъ 4 кгр. продажнаго азотнокислаго урана хорошаго качества, перекристаллизованнаго изъ воднаго раствора. Здѣсь заключалось 1850 гр. урана. Подготовительная часть опыта и удаленіе воздуха были закончены 15 августа 1908 г. Первая проба на гелій была сдѣлана 61 день спустя; она обнаружила присутствіе гелія въ количествѣ во много разъ превосходившемъ вышеприведенное наименьшее количество, которое могло быть открыто. Вторая проба была сдѣлана черезъ 27 дней послѣ первой. Гелій былъ опять обнаруженъ, но на этотъ разъ въ количествѣ не превосходившемъ наименьшаго количества, которое могло быть открыто. Слѣдующая проба была сдѣлана еще 12 дней спустя. Несмотря, однако, на то, что этотъ опытъ производился особенно тщательно, гелія обнаружить не удалось.

Я поставилъ затѣмъ еще одинъ опытъ съ первымъ небольшимъ запасомъ урана и собралъ газъ послѣ 128 дней стоянія. Гелій можно было ясно обнаружить, но количество его превосходило не больше, чѣмъ въ полтора раза то наименьшее количество, которое можно открыть.

Итакъ, образованіе гелія изъ урана можно считать вполнѣ доказаннымъ. Что же касается скорости образованія, то изъ моихъ опытовъ слѣдуетъ, что она равна приблизительно 2.10^{-12} въ годъ. Это значитъ, что изъ 1.000.000 кгр. урана образуется ежегодно всего 2 мгр. гелія!

Второй изъ приведенныхъ мною опытовъ показываетъ, что гелія образуется не меньше, чѣмъ полтора мгр.; третій опытъ, что образованное количество меньше 3,3 мгр. и, наконецъ, послѣдній опытъ съ меньшимъ количествомъ урана указываетъ на то, что его образуется не меньше 1,7 мгр. и, вѣроятно, не больше 2,5 мгр. Интересно замѣтить, что теоретическое число, которое я на основаніи теоріи распаденія недавно вычислилъ для скорости образованія, исходя изъ предположенія, что одинъ атомъ урана образуетъ только одинъ атомъ гелія, равно 2.10^{-12} въ годъ. Данныя эти поэтому вовсе не подтверждаютъ выска-

запнаго въ приведенной работѣ мнѣнія, что уранъ при распаденіи выбрасываетъ два атома гелія.

Мнѣ хочется еще упомянуть о томъ, что я началъ опыты съ извѣстнымъ количествомъ сильвина (хлористаго калія). Сильвинъ принадлежитъ къ минераламъ, изслѣдованнымъ Струттомъ, и особенно богатъ геліемъ; присутствіе послѣдняго не можетъ быть, очевидно, приписано радіактивнымъ превращеніямъ. Сдѣланные до сихъ поръ опыты указываютъ на то, что скорость образованія гелія изъ сильвина, если вообще такое образованіе имѣетъ мѣсто, меньше, чѣмъ $2,5.10^{-12}$ въ годъ.

Памяти В. И. Заіончевскаго.

Ө. Э. Страусъ.

Въ мартѣ 1908 года скончался въ г. Кіевѣ Владиміръ Ивановичъ Заіончевскій, не мало потрудившійся въ семидесятыхъ годахъ въ области экспериментальной физики, усидчиво работая въ Кіевскомъ Университетѣ св. Владиміра при лабораторіи покойнаго профессора М. П. Авенаріуса надъ вопросомъ о строеніи жидкостей и надъ переходомъ тѣлъ изъ жидкаго состоянія въ газообразное. Изъ лабораторіи М. П. Авенаріуса въ этотъ періодъ времени вышелъ цѣлый рядъ работъ, относящихся къ вышесказанному вопросу, причемъ работалъ не только онъ самъ, но и цѣлый рядъ молодыхъ физиковъ, труды которыхъ вдохновлялись просвѣщеннымъ учителемъ. Изъ представителей этой школы мы можемъ назвать слѣдующихъ изслѣдователей: В. И. Заіончевскій, К. Н. Жукъ, Каннегисеръ, Дьячевскій, І. І. Косоноговъ, Надеждинъ и авторъ этой замѣтки. Работая въ 1880 году въ лабораторіи профессора Авенаріуса, мнѣ приходилось пользоваться двумя руководящими по этому вопросу и уже отпечатанными статьями этой лабораторіи: одна изъ нихъ была написана проф. М. П. Авенаріусомъ, а другая—В. И. Заіончевскимъ. Работы остальныхъ изъ только что названныхъ изслѣдователей относятся къ болѣе позднему времени, вплоть до 1889 года. Основная работа В. И. Заіончевскаго появилась въ Университетскихъ Извѣстіяхъ за 1878 г. подъ заглавіемъ:

„Опредѣленіе упругости паровъ нѣкоторыхъ жидкостей при высокихъ температурахъ“.

Въ этой работѣ особенно цѣнными являются тѣ данныя, которыя получены В. И. Заіончевскимъ изъ наблюденій надъ критическими температурами и критическими давленіями цѣлаго ряда жидкостей. Напомню вкратцѣ, что понимаетъ физикъ подъ вышеупомянутыми терминами.

Температура кипѣнія жидкости не есть величина постоянная, а зависитъ отъ того давленія, подъ которымъ жидкость находится. Съ увеличеніемъ давленія температура кипѣнія повышается. Наивысшая температура кипѣнія и есть вмѣстѣ съ тѣмъ критическая температура данной жидкости. Дальнѣйшее увеличеніе давленія не влечетъ за собою измѣненія температуры кипѣнія. Наименьшее давленіе, которое допускаетъ кипѣніе при максимальной (критической) температурѣ, носитъ названіе критическаго давленія.

Каждое вещество имѣетъ свою критическую температуру, выше которой данное тѣло обращается въ газообразное состояніе и уже немыслимо, какъ жидкость. Д. И. Менделѣевъ называетъ эту температуру „абсолютной температурой кипѣнія“.

Кромѣ Заіончевскаго, критическія температуры и давленія жидкостей опредѣляли и другіе наблюдатели, какъ напримѣръ, Каньяръ-де-Латуръ, Ганней и Гогартъ, Авенаріусъ, Дріонъ, Ладенбургъ. Однако, какъ я показалъ въ своей статьѣ „О критической температурѣ смѣсей“, наибольшаго довѣрія заслуживаютъ данныя, полученныя В. И. Заіончевскимъ. Будучи хорошимъ химикомъ, онъ самъ предварительно производилъ анализъ жидкости, тщательно очищалъ ее и экспериментировалъ исключительно съ жидкостями химически чистыми.

Считаю нелишнимъ сгруппировать найденныя В. И. Заіончевскимъ числа въ нижеслѣдующей таблицѣ:

Названіе жидкости.	Критическая температура по C^0	Критическое давленіе въ атмосферахъ.
Сѣрнистый ангидридъ	155,4	78,9
Хлористый этилъ	182,6	52,6
Сѣрный эфиръ	190,0	36,9

Названіе жидкости.	Критическая температура по С°	Критическое давленіе въ атмосферѣ.
Діэтиламинъ	220,0	38,7
Уксусно-кислый метил. эфиръ	229,8	57,6
Мурав.-кислый метил. эфиръ	230,0	48,7
Ацетонъ	232,8	52,2
Алкоголь	234,3	62,1
Уксусно-этиловый эфиръ	239,8	42,6
Хлороформъ	260,0	54,9
Сѣрнистый углеродъ	271,8	74,7
Бензинъ	280,5	49,5

Таблица эта служитъ лучшимъ памятникомъ скончавшагося недавно Кіевскаго физика, ибо вышеприведенныя двѣнадцать паръ чиселъ зачастую цитируются не только отечественными, но и западно-европейскими учеными. Имя В. И. Заіончевскаго еще долго будетъ встрѣчаться въ ученыхъ работахъ, затрагивающихъ такъ или иначе вопросъ о переходѣ тѣлъ изъ жидкаго состоянія въ газообразное.

Кіевъ.

Опыты и полеты братьевъ О. и В. Райтъ.

По Арманго и Ганіе.

I. Когда въ Европѣ стали извѣстны замѣчательные опыты братьевъ Орвилля и Вильбура Райтъ, многіе отнеслись недовѣрчиво къ результатамъ, которые казались тогда фантастическими; особенное сомнѣніе вызвалъ одинъ изъ полетовъ 1905 года, когда бр. Райтъ пролетѣли на своемъ аэропланѣ около 38 километровъ. Большинство членовъ французскихъ аэронавтическихъ обществъ, въ томъ числѣ Аэро-Клуба, раздѣляли тогда

это сомнѣніе, чему не мало содѣйствовала шумная реклама американскихъ газетъ. Если бы въ то время кто-либо былъ убѣжденъ въ успѣхахъ братьевъ Райтъ, то Европа не встрѣтила бы съ такимъ энтузіазмомъ Сантосъ-Дюмона, когда онъ совершилъ въ Багателлѣ свой знаменитый полетъ въ 220 метровъ; тогда всему міру этотъ полетъ казался побѣдой надъ воздухомъ, и никто не сомнѣвался, что первымъ человѣкомъ, которому удалось подняться съ земли и парить въ пространствѣ на аппаратѣ тяжелѣе воздуха, былъ именно Сантосъ-Дюмонъ.

Теперь густой туманъ, скрывавшій изысканія братьевъ Райтъ, разсѣялся, и мы можемъ возстановить ходъ ихъ работъ. Опыты, произведенные въ послѣдніе годы Орвиллемъ Райтъ въ Соединенныхъ Штатахъ и Вильбуромъ Райтъ вблизи Мана во Франціи, имѣютъ для рѣшенія задачи о завоеваніи воздуха огромное значеніе; вотъ почему бр. Райтъ слѣдуетъ удѣлять столько же вниманія, сколько и европейскимъ авіаторамъ. Франсуа Перей посвятилъ имъ спеціальную книгу, которую назвалъ „Первые люди-птицы". Мы не будемъ, однако, принимать этого красиваго опредѣленія на вѣру, а займемся предварительно разсмотрѣніемъ ихъ опытовъ, произведенныхъ по ту сторону Атлантическаго океана въ теченіе 1903—1905 годовъ.

Держа свои изысканія въ тайнѣ, братья Райтъ поступали по праву, которое принадлежитъ всякому изобрѣтателю, но тѣмъ самымъ они рисковали потерять славу первенства. Въ дѣйствительности такъ и вышло, ибо честь открытія имъ пришлось раздѣлить съ Сантосъ-Дюмономъ.

Всякій, кто часто сталкивался съ Вильбуромъ Райтъ, или кто разъ съ нимъ бесѣдовалъ, выносилъ впечатлѣніе, что это — человѣкъ съ прямымъ и искреннимъ характеромъ, неспособный уклоняться отъ истины. Описаніе работъ, произведенныхъ имъ сообща съ братомъ Орвиллемъ, и пути, которыми они пришли къ авіаціи, можно возстановить, главнымъ образомъ, по тѣмъ запискамъ, которыя были опубликованы въ печати.

Бр. Райтъ сообщаютъ, что вначалѣ они интересовались воздухоплаваніемъ, какъ легкимъ и занимательнымъ спортомъ, и въ молодости работали надъ конструированіемъ геликоптеровъ. Обезкураженные встрѣтившимися трудностями, они оставили мысль о геликоптерахъ и перешли на бумажные змѣи, достигнувъ въ этой научной игрѣ большого мастерства.

Въ 1900 году, въ эпоху, когда дѣло воздухоплаванія казалось совсѣмъ похороненнымъ, братья Райтъ снова серьезно занялись имъ. До этого момента многіе даровитые и настойчивые люди достигли уже крупныхъ, подчасъ поразительныхъ успѣховъ; во главѣ славнаго списка стоятъ имена Ланглея и Шанюта въ Соединенныхъ Штатахъ, Максима, Пильчера и Филиппа въ Англіи, Марея, Муйяра и полковника Ренара во Франціи и Отто Лилліенталя въ Германіи. Смерть Лилліенталя и Пильчера, трагически погибшихъ во время опытовъ, и громадныя суммы денегъ, поглощенныя опытами Максима и Адера, пріостановили дальнѣйшія попытки, и такимъ образомъ героическій періодъ въ исторіи воздухоплаванія закончился общимъ упадкомъ духа.

Изучивъ вопросъ по имѣвшейся тогда литературѣ съ его теоретической стороны и изслѣдовавъ причины неуспѣха своихъ предшественниковъ, бр. Райтъ пришли къ заключенію, что многія несчастья могли быть предусмотрѣны и избѣгнуты. Вскорѣ послѣ этого они рѣшили приступить къ практическимъ опытамъ и выбрали для этого обширную и пустынную мѣстность Китти-Гаукъ въ Сѣверной Каролинѣ, вблизи дюнъ, разстилающихся по равнинѣ вдоль Атлантическаго океана, гдѣ дуютъ постоянные и сильные вѣтры. Здѣсь они имѣли возможность испытать свои силы и заняться такъ называемыми скользящими полетами безъ помощи двигателя, продолжая такимъ образомъ дѣло, надъ которымъ много работали Лилліенталь, Муйяръ и Шанютъ.

Первый летательный аппаратъ (планеръ) по формѣ и расположенію своихъ частей весьма близко походилъ на позднѣйшіе аэропланы; характерная его особенность состояла въ приспособленіи для автоматическаго поддержанія равновѣсія и въ подвижномъ переднемъ рулѣ. На такомъ аппаратѣ, состоявшемъ изъ пары расположенныхъ одна надъ другой поддерживающихъ поверхностей, заимствованномъ ими у Шанюта, они совершили въ теченіе 1900 и 1901 годовъ цѣлый рядъ скользящихъ полетовъ; въ 1902 году они сконструировали новый планеръ, въ который внесли результаты своихъ наблюденій и опытъ предыдущихъ лѣтъ, — и съ этимъ аппаратомъ имъ удалось уже добиться осязательныхъ успѣховъ. Общее число полетовъ тогда превысило тысячу; наибольшая продолжитель-

ность полета—двадцать шесть секундъ, а пройденное разстояніе—двѣсти метровъ.

Въ это время ихъ посѣтилъ Шанютъ, прекрасный экспериментаторъ, которому они въ Китти-Гаукъ демонстрировали планеръ и опыты съ нимъ. Когда Шанютъ въ 1903 году пріѣхалъ въ Европу, то онъ ознакомилъ французскій аэро-клубъ и другія аэронавтическія общества съ опытами братьевъ Райтъ и возбудилъ своимъ сообщеніемъ такой интересъ, что Арщдаконъ задался цѣлью воспроизвести ихъ. Братьямъ Вуазенъ въ Парижѣ поручено было сконструировать аппаратъ по типу бр. Райтъ, а одновременно съ этимъ капитанъ Ферберъ и Эно-Пельтри построили схожій планеръ и занялись его испытаніемъ. Моментъ этотъ можно назвать началомъ возрожденія воздухоплаванія во Франціи.

Успѣхъ послѣдняго аэроплана бр. Райтъ былъ настолько полнымъ и рѣшительнымъ для того времени, что далъ имъ возможность предпринять постройку летающей машины съ двигателемъ, имѣвшей практическую цѣнность. Въ концѣ 1903 г. на выстроенномъ ими аэропланѣ былъ установленъ двигатель мощностью 16 лошадиныхъ силъ при вѣсѣ въ 627 кгр., причемъ валъ его дѣлалъ 1200 оборотовъ въ минуту. 17 декабря 1903 г. были совершены четыре успѣшныхъ полета при вѣтрѣ, дувшемъ со скоростью до 10 метровъ въ секунду. Самый продолжительный полетъ длился 59 секундъ, а пройденное противъ вѣтра разстояніе равнялось 200 метрамъ.

Лѣтомъ 1904 г. братья Райтъ возобновили опыты близъ своего родного города въ Дайтонѣ и 20 сентября совершили первый полетъ по кругу. До конца лѣтнихъ мѣсяцевъ имъ удалось еще дважды пробыть въ воздухѣ по пяти минутъ, причемъ они успѣвали въ каждый такой полетъ описать четыре раза кругъ въ 1 километръ.

Въ 1905 году они начали свои опыты съ новымъ аэропланомъ попрежнему въ окрестностяхъ Дайтона. Полеты были такъ хороши, что 3 октября Орвилль Райтъ продержался въ воздухѣ 25 минутъ; въ слѣдующій день 33 минуты, и, наконецъ, 5 октября Вильбуръ Райтъ въ 38 минутъ пролетѣлъ 39 километровъ.

Таковы были блестящіе результаты, достигнутые еще 4 года назадъ американскими авіаторами; мы уже отмѣтили раньше,

что извѣстія объ опытахъ братьевъ Райтъ были встрѣчены въ Европѣ, особенно во Франціи, съ недовѣріемъ, такъ какъ они не были подтверждены никѣмъ изъ авторитетныхъ лицъ. Шанютъ, не присутствовавшій при послѣднихъ опытахъ, ограничился на этотъ разъ заявленіемъ, что онъ довѣряетъ описаніямъ, но не имѣетъ возможности подтвердить ихъ надлежащимъ образомъ. Французскіе офицеры, которые по порученію военнаго министра вели переговоры съ братьями Райтъ, не только не присутствовали при опытахъ, но и не видѣли самого аэроплана. Переговоры съ французскимъ военнымъ министерствомъ не привели къ результату, и вскорѣ послѣ этого, въ 1908 г., Вильбуръ Райтъ пріѣхалъ во Францію, вошелъ въ соглашеніе съ синдикатомъ французскихъ капиталистовъ, реализовалъ свое изобрѣтеніе и построилъ новый аэропланъ, на которомъ былъ установленъ болѣе сильный двигатель и сдѣланъ цѣлый рядъ измѣненій въ деталяхъ. Въ теченіе 1908 г. въ Европѣ и Америкѣ братья Райтъ произвели съ неутомимой энергіей цѣлый рядъ полетовъ и достигли новыхъ, подчасъ поразительныхъ успѣховъ.

Чтобы дать наглядное представленіе объ ихъ все возрастающемъ умѣніи, мы воспроизводимъ слѣдующія таблицы. Первая изъ нихъ относится къ маю 1908 года и указываетъ для каждаго полета его продолжительность, длину пройденнаго пути и скорость вѣтра въ верхнихъ слояхъ атмосферы; для нѣкоторыхъ полетовъ указана форма траекторіи.

Таблица 1.

Дата.	Длина пути въ метрахъ.	Продолжит. полета.	Скорость вѣтра въ сек.	Примѣчаніе.
6 мая	337	22″	4—6 метр.	Противъ вѣтра.
8 „	297	31″	9 „	„ „
„ „	666	59″	7 „	„ „
11 „	1.230	1′11″	4 „	„ „
„ „	2.940	2′28″	„ „	Полукругъ.
„ „	2.475	2′11″	„ „	3/4 круга.
13 „	996	51″	„ „	Противъ вѣтра.
„ „	3.005	2′44″	7 - 8 „	Почти кругъ.
„ „	„	2′40″	6—7 „	Полный кругъ.
„ „	3.820	3′20″	„ „	„ „
14 „	540	28″	„ „	Противъ вѣтра.
„ „	4.050	3′40″	8 „	Полный кругъ.
„ „	8.050	7′20″	„ „	Полтора круга.

Въ сентябрѣ того-же 1908 года полеты достигли значительно большей продолжительности:

Таблица 2 [1]).

5 сентября	В. Райтъ	19′48″2/5
9 „	О. Райтъ	1 часъ 2′30″
10 „	„	1 часъ 5′52″
11 „	„	1 часъ 10′
12 „	„	1 часъ 14′20″
16 „	Бр. Райтъ	39′19″
21 „	В. Райтъ	1 часъ 31′25″
24 „	„	54′3″1/5
28 „	„	1 часъ 7′24″

Приведенныя въ этихъ таблицахъ данныя блестяще дополняются цифрами послѣднихъ полетовъ, совершенныхъ въ декабрѣ 1908 г., которыми братья Райтъ оставили далеко позади себя не только другихъ авіаторовъ, но и свои собственные прежніе полеты. Отмѣтимъ еще самые послѣдніе полеты: 18 декабря 1908 г.: 90 километровъ оффиціально, а въ дѣйствительности 120 километровъ при продолжительности полета въ 1 часъ 54 мин. 2/5 сек. и наибольшей высотѣ въ 115 метровъ.

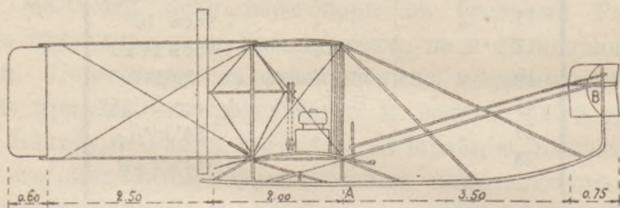
31 декабря 1908 г. 123 килом. 200 метр. въ 2 часа 18 мин. 33 3/5 сек. и 124 килом. 700 метровъ въ теченіе 2 час. 20 мин. 23 1/5 сек. (въ дѣйствительности 150 километровъ).

II. **Устройство аэроплана бр. Райтъ.** Аэропланъ бр. Райтъ состоитъ изъ двухъ плановъ (фиг. 1) шириною въ 12,5 м. и длиною въ 2 м. [2]) съ общею поддерживающею поверхностью въ 50 кв. м.; оба плана соединены между собою деревянными стойками длиною въ 180 см. Впереди, на разстояніи 3,5 м. отъ главныхъ плановъ помѣщенъ руль глубины *B*, состоящій изъ двухъ горизонтальныхъ поверхностей по 4,5 м.

[1]) Таблица 2-ая содержитъ только цифры продолжительности полетовъ; что касается длины пути, то оффиціальныя данныя подсчитываютъ периметръ треугольника, образованнаго тремя высокими столбами, которые огибалъ авіаторъ. Безъ сомнѣнія, траекторія, описанная аэропланомъ въ воздухѣ, была въ дѣйствительности значительно больше.

[2]) Шириною мы будемъ называть размѣры по направленію отъ одного крыла аэроплана до другого. Длиною-же будемъ считать размѣръ по направленію отъ передняго ребра его до задняго, т. е. по направленію прямого полета.

ширины и 75 см. длины; самыя поверхности, образующія этотъ бипланный руль, отстоятъ одна отъ другой на 80 см. Сзади аэроплана, на такомъ-же почти разстояніи, какъ и передній руль, находится задній руль направленія въ горизонтальной плоскости или просто „руль направленія“. Онъ состоитъ изъ двухъ вертикальныхъ плоскостей, раздвинутыхъ на полметра, по 1,08 кв. м. каждая (1 м. 80 см. вышиной и 60 см. длиной).



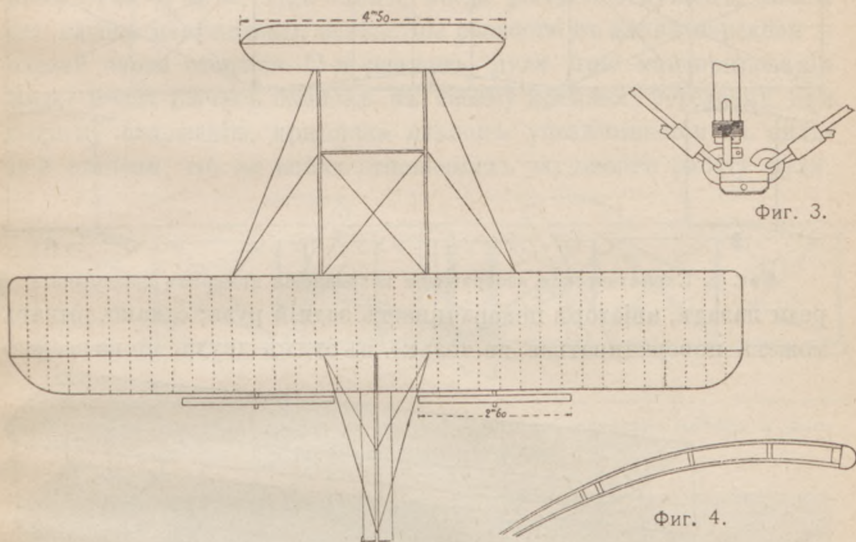
Фиг. 1-я.

Видъ аэроплана Райта сбоку, сдѣланный Рене Ганіе, съ указаніемъ размѣровъ частей въ метрахъ. Между обѣими плоскостями передняго руля глубины находятся два малыхъ полукруга, изъ коихъ одинъ подъ буквою *B* показанъ на фигурѣ. Эти плоскости служатъ для того, чтобы дать аэроплану опредѣленное направленіе и избѣжать колебаній передней части. Во время поворотовъ онѣ удерживаютъ аэропланъ на той кривой, которую ему даетъ задній руль.

Деревянный остовъ плана состоитъ изъ шестовъ, толщиной въ 5 см., скругленныхъ спереди аппарата для уменьшенія вреднаго сопротивленія воздуху во время полета. Въ плоскости прямоугольной рамы, параллельно боковымъ шестамъ, на равномъ разстояніи другъ отъ друга расположены 34 упругихъ ребра длиною въ 2 м. (фиг. 2-я), изогнутыхъ по кривой, которую бр. Райтъ опредѣлили опытнымъ путемъ. Ребра сложны и состоятъ каждое изъ двухъ деревянныхъ стволовъ, которые спереди соединены на станинѣ (фиг. 4) и скрѣплены тонкимъ листовымъ желѣзомъ; нѣсколько коротенькихъ различной длины распорокъ между верхнимъ и нижнимъ стволами утоняють ребро кзади и обусловливаютъ его сложную форму. На концѣ стволы сходятся вмѣстѣ, свисая надъ стойками и заднимъ шестомъ главнаго плана; всѣ ребра между собою соединены туго натянутой стальной проволокой, которая собственно и ограничиваетъ планъ съ задней стороны.

Деревянный остовъ обтянутъ съ обѣихъ сторонъ матеріей, которая выкроена и расположена косо, вслѣдствіе чего она не вытягивается со временемъ и не провисаетъ.

Верхнiй и нижнiй планы, какъ сказано, соединяются стойками съ отверстiями на концахъ, въ которыя продѣвается привинченный къ станинѣ крючекъ со штифтикомъ, чтобы стойка не соскочила; къ этому-же крючку прикрѣплены тяги, поддерживающiя взаимное расположенiе главныхъ плановъ (фиг. 3).



Фиг. 2.

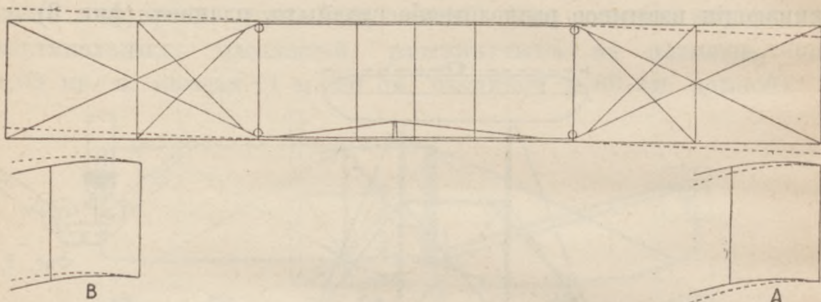
Горизонтальный видъ аэроплана Райта, сдѣланный Рене Ганiе.

Фиг. 3-я. Соединенiе сочлененныхъ частей и способъ закрѣпленiя проволокъ, управляющихъ искривленiемъ крыльевъ аэроплана.

Фиг. 4-я. Схематическiй разрѣзъ упругаго ребра.

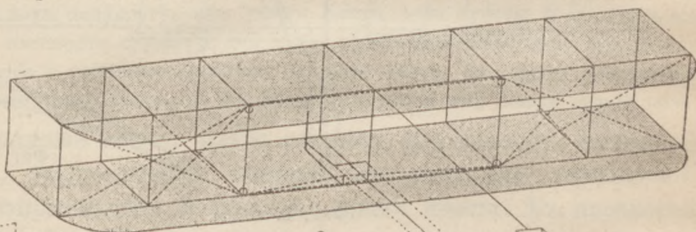
Передняя часть послѣднихъ неподвижна; задняя часть можетъ быть искривлена, т. е. поднята или опущена. Эта особенность аэроплана Райтъ даетъ возможность уменьшать уголъ паденiя на одной сторонѣ аэроплана, увеличивая его въ то же время на другой; при поворотахъ, когда крылья аппарата имѣютъ разную скорость, такой маневръ имѣетъ существенное значенiе. На фиг. 5-й изображено описанное искривленiе; пунктиръ показываетъ, какъ лѣвое крыло поднялось, а правое опустилось. Изъ фиг. *A* и *B* ясно, что передняя часть аэроплана остается неизмѣнной, что же касается задней половины главныхъ плановъ, то и ея средняя часть неподвижна; искривляются такимъ образомъ только крылья. Перспективная схема (фиг. 6) позво-

ляетъ разсмотрѣть устройство рычага, который производитъ это искривленіе; онъ же управляетъ одновременно и заднимъ рулемъ направленія. Поворачиваніе рукоятки справа налѣво или обратно производитъ искривленіе крыльевъ; дѣйствуя-же ею спе-

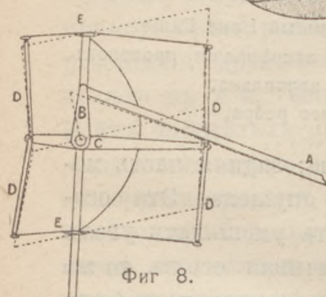


Фиг. 5. Схематическое изображеніе искривленія крыльевъ аэроплана.

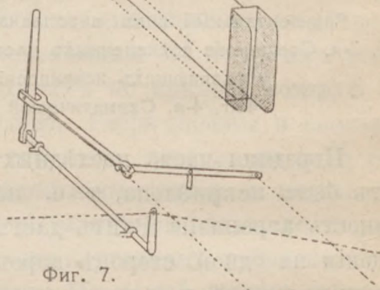
реди назадъ, авіаторъ поворачиваетъ задній руль; однако, рычагъ можетъ поворачиваться не только въ этихъ двухъ, но во всевоз-



Фиг. 6.



Фиг 8.

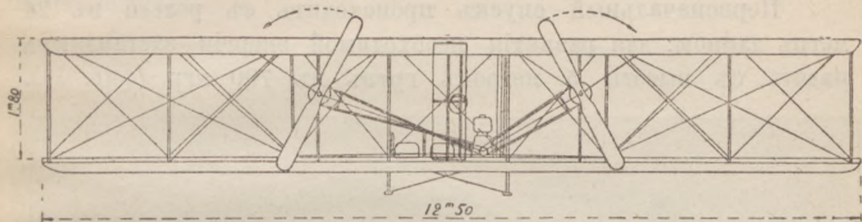


Фиг. 7.

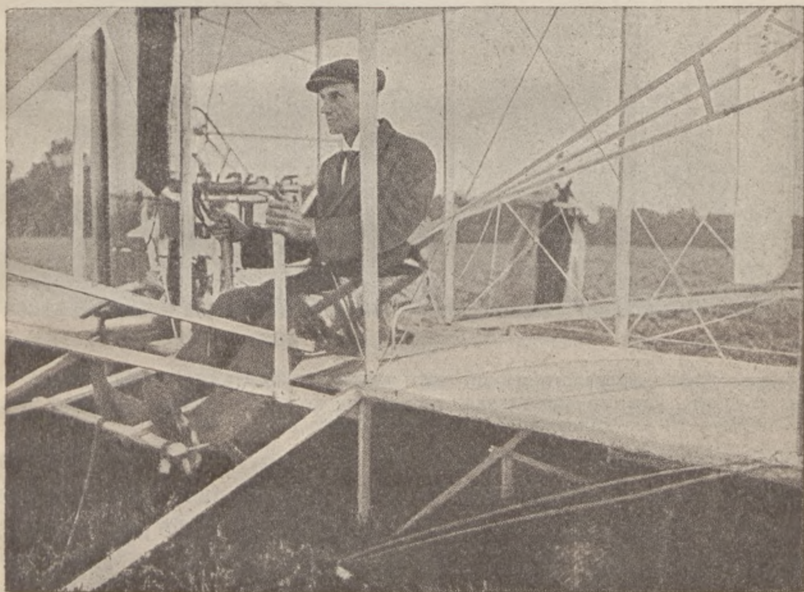
Фиг. 6. Перспективное изображеніе, показывающее зависимость между правымъ рычагомъ аэроплана и приспособленіями, посредствомъ которыхъ искривляются его крылья и совершается управленіе заднимъ рулемъ бокового направленія.
Фиг. 7. Детальное изображеніе праваго рычага, управляющаго искривленіемъ крыльевъ аэроплана и заднимъ рулемъ.
Фиг. 8. Детальное изображеніе управленія переднимъ рулемъ глубины.

можныхъ направленіяхъ; тогда его движеніе суммируетъ оба вышеописанныя простыя движенія, вслѣдствіе чего дѣйствіе на аппаратъ усложняется. На фиг. 7-й этотъ рычагъ изображенъ детальнѣе.

Передній руль управляется рычагомъ, который дѣйствуетъ на деревянный стержень *A* (фиг. 8) и передаетъ движеніе маленькому рычажку *B*, насаженному на стальную трубку и неподвижно соединенному со стержнемъ *C*; послѣдній съ помощью тягъ *D* производитъ нужное наклоненіе или поднятіе плановъ руля *E* и *E*. При этомъ, когда рычагъ отпущенъ, планы эти слегка искривлены; вслѣдствіе разности въ длинѣ передней и задней части стержня *C* и плановъ руля при маневрированіи имъ, когда рычагъ близокъ къ своему крайнему переднему или заднему положенію, кривизна плановъ увеличивается въ сильной степени, что во всѣхъ отношеніяхъ улучшаетъ работу руля.



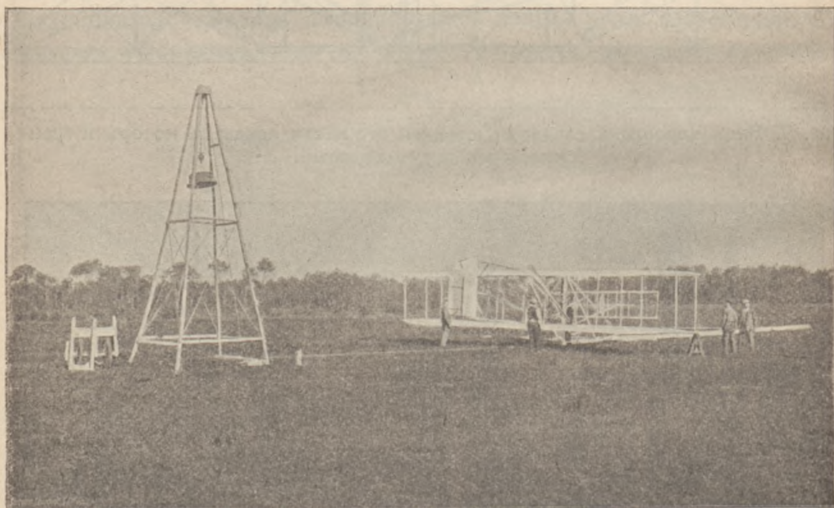
Фиг. 9. Видъ аэроплана сзади; въ средней его части показанъ моторъ и трансмиссія къ двумъ винтамъ.



Фиг. 10. Средняя часть аэроплана; въ обѣихъ рукахъ В. Райта находятся обѣ рукоятки, управляющія рулями; съ правой его стороны помѣщается двигатель.

Аэропланъ помѣщается на полозьяхъ (фиг. 1) которые выносятъ передній руль впередъ и поддерживаютъ его; полозья сдѣланы изъ той же прочной и легкой американской ели, что и другія части остова. Двигатель его весьма легокъ (фиг. 9 и фиг. 10); при вѣсѣ въ 90 кгр. онъ развиваетъ мощность въ 25 лош. силъ и дѣлаетъ 1400 оборотовъ въ минуту. На ось насажены два маленькія зубчатыя колеса (фиг. 9), которыя съ помощью цѣпной передачи приводятъ во вращеніе оба деревянныхъ винта 2 м. 60 см. діаметромъ; послѣдніе дѣлаютъ всего 450 оборотовъ, вращаясь при этомъ одновременно въ разныя стороны.

Первоначальный спускъ происходитъ съ рельса въ 21 метръ длиною; для развитія необходимой энергіи заставляютъ падать съ высоты 5 метровъ грузъ въ 700 кгр. (фиг. 11).



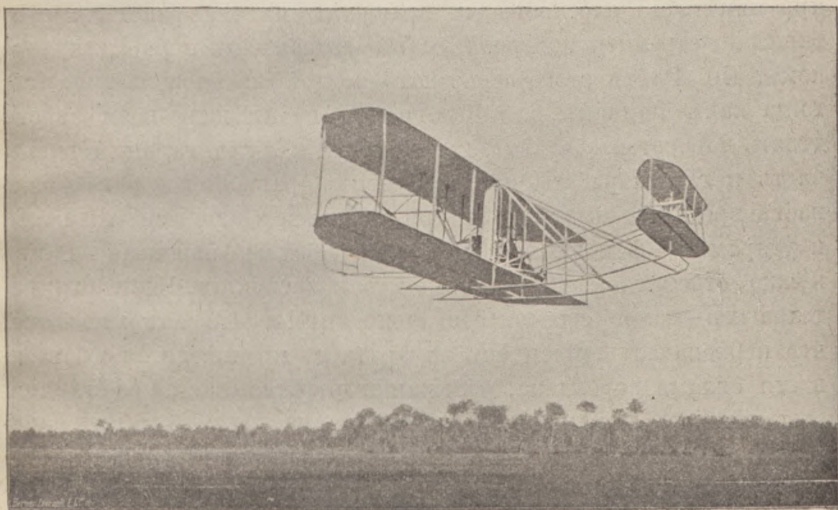
Фиг. 11.

Приспособленіе, посредствомъ котораго аэропланъ Райта отдѣляется отъ земли; оно состоитъ изъ горизонтальнаго рельса, по которому бѣжитъ телѣжка подъ дѣйствіемъ груза, падающаго съ высоты.

Аэропланъ пробѣгаетъ рельсъ въ 3,4 секунды; можно предположить, что движеніе его должно быть равномѣрно ускореннымъ, и что на концѣ рельса его скорость равна 55 км. въ часъ. Когда грузъ еще находится на верху башни, а аэропланъ стоитъ на рельсахъ, винты уже вращаются, и помощникъ поддерживаетъ крыло такъ, чтобы аппаратъ оставался въ равно-

вѣсіи. Райтъ освобождаетъ аэропланъ, помощникъ выпускаетъ крыло изъ рукъ, и аэропланъ приходитъ въ движеніе. Передній руль направленъ въ это время „на спускъ", дабы аппаратъ до конца рельса не поднимался съ земли, и только когда аэропланъ весь уже въ воздухѣ, руль устанавливается „на подъемъ".

Для управленія имъ авіаторъ дѣйствуетъ тѣми двумя рычагами, которые описаны выше (фиг. 6, 7 и 10). Простое устройство позволяетъ быстро и легко освоиться съ необходимыми движеніями рукоятокъ; впослѣдствіи авіаторъ дѣйствуетъ инстинктивно, какъ это въ болѣе скромныхъ размѣрахъ дѣлаетъ велосипедистъ.



Фиг. 12.

Аэропланъ Райта во время полета; справа хорошо видѣнъ горизонтально расположенный руль глубины; слѣва едва замѣтенъ вертикальный руль направленія.

Аэропланъ поддерживается въ воздухѣ (фиг. 12), какъ это ясно изъ описанія его устройства, своими главными планами и переднимъ рулемъ, т. е. въ двухъ мѣстахъ. Двигатель, пассажиръ и авіаторъ располагаются на одной линіи по направленію ширины аппарата, вслѣдствіе чего нагрузку можно считать приложенной въ одной точкѣ его продольной оси; это обстоятельство сообщаетъ аэроплану большую устойчивость въ вертикальномъ направленіи.

III. Сравненіе аэроплана бр. Райтъ съ другими аэропланами. Серьезное преимущество аэроплана бр. Райтъ заключается въ блестящей утилизаціи механической силы двигателя, которая даетъ ему возможность при мощности въ 25 лош. силъ поднимать грузъ въ 500 кгр. Среди другихъ аэроплановъ аэропланъ Райтъ наилучше утилизируетъ механическую энергію; одна изъ причинъ этой особенности лежитъ въ симметричномъ расположеніи двухъ винтовъ, вращающихся въ разныя стороны, почти вдвое медленнѣе, чѣмъ въ аппаратахъ бр. Вуазенъ. Можно быть увѣреннымъ въ томъ, что винтъ, вращающійся со скоростью 1400—1500 оборотовъ въ минуту, представляетъ собою гироскопъ; и слѣдовательно, при измѣненіи плоскости его вращенія онъ оказываетъ сопротивленіе, стремясь повернуться въ направленіи перпендикулярномъ. Бр. Райтъ этого серьезнаго неудобства не испытываютъ, тогда какъ Фарманъ или Делагранжъ не имѣютъ возможности дѣлать поворотовъ большой кривизны и, кромѣ того, они теряютъ часть полезной работы винта, быстрое вращеніе котораго вызываетъ вредные воздушные вихри, сопровождающіеся толчками и ударами. Къ положительнымъ качествамъ аэроплана Райтъ нужно отнести еще и простоту его конструкціи. Изъ отрицательныхъ—самое серьезное значеніе имѣетъ то обстоятельство, что первоначальный спускъ аппарата не производится собственными силами аэроплана, чѣмъ авіаторъ связывается со станціей отправленія. „Аэропланъ, который всегда долженъ ждать аваріи, говорятъ бр. Вуазенъ, и быть къ ней готовымъ, можетъ очутиться въ степи, и тогда онъ не имѣетъ возможности продолжать полета безъ рельса, груза и башни; это, конечно, огромное неудобство; его не знаютъ французскіе аэропланы, ибо всѣ они поднимаются собственными силами“. Нужно надѣяться, что и бр. Райтъ, совершенствуя непрерывно свой аэропланъ, сумѣютъ найти такое рѣшеніе вопроса о начальномъ его подъемѣ, которое въ этомъ отношеніи поставитъ ихъ на ряду съ другими авіаторами. На ряду, говоримъ мы, но только въ этомъ отношеніи, ибо во многихъ другихъ они далеко превзошли своихъ европейскихъ собратьевъ.



Вильбуръ Райтъ.

О современномъ состояніи преподаванія физики въ средне-учебныхъ заведеніяхъ въ Россіи.

Б. Ю. Кольбе.

Въ февралѣ текущаго года редакція новаго журнала „Schule und Technick“ (F. Weiss, Berlin--Friedenau, Rubenstr. 16) обратилась ко мнѣ съ просьбой сдѣлать, по возможности въ скоромъ времени, сообщеніе о современномъ состояніи преподаванія физики въ средне-учебныхъ заведеніяхъ въ Россіи.

Въ виду того, что этотъ вопросъ въ настоящее время очень важенъ, я согласился, но подъ условіемъ, что подробный отчетъ будетъ напечатанъ въ „Физическомъ Обозрѣніи“, а краткій очеркъ—въ вышеупомянутомъ нѣмецкомъ журналѣ.

Въ концѣ марта и въ началѣ апрѣля я разослалъ 310 опросныхъ листовъ въ мужскія гимназіи, реальныя училища и, кромѣ того, въ нѣкоторыя другія средне-учебныя заведенія. Отвѣтовъ я получилъ всего 23. Тогда-же мой опросный листъ былъ помѣщенъ на страницѣ 168 (№ 3) журнала „Физическое Обозрѣніе“ 1909 г. и, благодаря этому, я получилъ еще 24 отвѣта, т. е. всего 47. Незначительное число отвѣтовъ я объясняю себѣ слѣдующими причинами:

1) неподходящимъ моментомъ для разсылки опроснаго листа (время экзаменовъ);

2) неполученіемъ многими адресатами опросныхъ листовъ; и 3) простымъ недоразумѣніемъ; очевидно, нѣкоторые преподаватели приняли мой пакетъ за рекламное объявленіе какой нибудь фирмы и не дали себѣ труда просмотрѣть мои вопросы. Я не могу себѣ представить, чтобы кто-либо изъ преподавателей умышленно не отвѣтилъ на опросный листъ.

Къ счастью, проф. Б. П. Вейнбергъ былъ такъ любезенъ, что разрѣшилъ мнѣ воспользоваться отвѣтами на анкету

нынѣ прекратившаго свое существованіе журнала „Природа въ школѣ“.

Вопросы опроснаго листа проф. Вейнберга почти совпадаютъ съ моими. Главное отличіе состоитъ лишь въ томъ, что у него обращено больше вниманія на отведенныя подъ физическіе кабинеты помѣщенія, на матеріальное положеніе преподавателя и на снабженіе кабинета средствами, а у меня - на типы желательныхъ приборовъ и на методы преподаванія. Менѣе важно то, что въ опросномъ листкѣ журнала „Природа въ школѣ“ поставленъ вопросъ о стоимости приборовъ, а въ моемъ — о числѣ приборовъ.

Изъ анкеты проф. Вейнберга я помѣстилъ (во II-й таблицѣ) данныя о 64 учебныхъ заведеніяхъ, т. е. всего **111**.

Пользуюсь случаемъ выразить искреннюю благодарность редактору „Физическаго Обозрѣнія“ проф. Г. Г. Де-Метцу и проф. Б. П. Вейнбергу за помощь, которую они оказали мнѣ при собираніи данныхъ, а также всѣмъ директорамъ и преподавателямъ, которые отвѣтили мнѣ на опросный листъ.

Дай Богъ, чтобы трудъ ихъ не былъ напрасенъ, и чтобы эта статья обратила вниманіе подлежащихъ лицъ на современное состояніе физическихъ кабинетовъ и преподаванія физики въ Россіи на пользу подрастающаго поколѣнія.

Объясненіе знаковъ, встрѣчающихся въ таблицахъ.

При учебныхъ заведеніяхъ (г, р)=м. гимназія и реальное училище; (г, р, ж)=м. гимназія, реальное училище и женская гимназія.

1. Колонна (физическій кабинетъ) *=отд. служитель; **=служитель и техникъ; +1, +2=отдѣльная комната для химіи (въ II таблицѣ особая колонна); б=больше 60 кв. метровъ; сред.=25—60 кв. м.; м=до 25-ти кв. м.; —=не сказано.

2. Колонна (обстановка): 1=есть; — =нѣтъ; ?=не сказано, но вѣроятно есть; акк.=аккумуляторъ; ацет.=ацетиленовая горѣлка; эф. к.=эфиръ съ кислородомъ; гр. г.=гремучій газъ.

3 и 4. Колонна (приборы): — =не сказано; * =цифра взята изъ анкеты проф. Вейнберга; ∞ =приблизительно.

5. Колонна (желательные приборы):

a	b	
1	1	=оба типа;
1	—	=второго типа не нужно или не желательно;
(1)	1	=первый типъ менѣе желателенъ.

6. Практическія занятія: 1=есть (введены); —= =нѣтъ; ж=желательны.

7. Желательный методъ преподаванія: к=концентрическій курсъ (2 концентра?); 2 к=2 концентра; 3 к=3 концентра (у трехъ „по Косоногову"); сист.=систематическій курсъ.

Къ таблицѣ II. 8*. Обстановка по химіи: На вопросъ „вытяжной шкафъ" – отвѣты не вполнѣ точны.

*4[а]. Ежегодная сумма на починку и покупку приборовъ. Въ этомъ вопросѣ анкета проф. Б. П. Вейнберга даетъ совершенно неожиданный результатъ, такъ какъ болѣе 60% лицъ указываютъ на постоянныя суммы, отпускаемыя заведеніямъ на нужды физическихъ кабинетовъ, между тѣмъ какъ изъ личныхъ своихъ опросовъ г.г. преподавателей физики въ Петербургѣ и Варшавѣ я вывелъ заключеніе, что постоянныхъ ассигновокъ на этотъ предметъ не имѣется[1]).

На опросныхъ листкахъ многіе и отвѣтили мнѣ въ этомъ смыслѣ и выражали вмѣстѣ съ тѣмъ сожалѣніе объ отсутствіи постоянныхъ ассигновокъ на физическіе кабинеты.

Одинъ преподаватель изъ провинціи писалъ мнѣ слѣдующее: „Другой вопросъ, который я считалъ бы необходимымъ здѣсь затронуть, это о средствахъ физическихъ кабинетовъ гимназій и, вообще, среднихъ учебныхъ заведеній. Въ настоящее время эти средства имѣютъ чисто случайный характеръ и всецѣло зависятъ отъ директора учебнаго заведенія.

[1]) Проф. Вейнбергъ писалъ мнѣ по этому поводу: „Есть десятокъ учебныхъ заведеній, главнымъ образомъ женскихъ гимназій, гдѣ установленъ fixum".

Поэтому сплошь и рядомъ наблюдаются такiя явленiя, что при однихъ условiяхъ средства на физическiй кабинетъ отпускаются щедро, и покупаются приборы далеко не первой необходимости, какъ напримѣръ: препаратъ радiя, дорого стоющiе Цейсовскiе объективы въ нѣсколькихъ экземплярахъ, приборы по новѣйшимъ примѣненiямъ электричества, дорогiе химическiе вѣсы и на мраморныхъ консоляхъ, Цейсовскiе бинокли и т. п, при другихъ условiяхъ на кабинетъ не отпускается ни копѣйки, и преподавателю приходится на свой счетъ покупать мелкiе предметы первой необходимости, какъ напримѣръ: пробки, бумагу, клей, гвозди, кислородъ, резину и прочее. Въ виду этого, мнѣ кажется, что преподавателямъ физики слѣдовало бы позаботиться о томъ, чтобы вопросъ о средствахъ на физическiй кабинетъ былъ бы такъ или иначе урегулированъ и не былъ бы подверженъ разнымъ случайностямъ. Наиболѣе подходящимъ моментомъ для этого я считалъ бы предстоящiй XII съѣздъ врачей и естествоиспытателей въ Москвѣ".

Вѣроятнѣе всего, что г.г. преподаватели въ опросныхъ листахъ 1907 г. помѣстили тѣ суммы, которыя имъ случайно удавалось въ то время выхлопотать. Въ нѣмецкихъ училищахъ (I, 1—4) на данный предметъ отпускаются опредѣленныя суммы, но для различныхъ учебныхъ заведенiй различныя, напримѣръ, въ училищѣ Св. Петра: ежегодно 400 руб. и на три года (1909—1911) по 1000 руб.;—въ училищѣ Св. Анны: на физическiй кабинетъ I—175 р. и 50 р. на химическiй кабинетъ и на физическiй кабинетъ II—150 р.

№	УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНІЕ.	Типъ уч. зав.	1. Физич. кабин.		2. Обстановка.					3. Приборы.		4. Состояніе.		5. Желательный типъ приборовъ.						6. Практ. занят.		7. Жел. мет. препод.		№
			Число комнатъ.	Величина.	Вода	Газъ	Эл. токъ.	Проекц. фон.	Затемненіе.	Число приб.	Стоимость въ руб.	% Негодн.	% Устарѣл.	a. Универсальн.	b. Отдѣльныхъ.	a. Демонстратив.	b. Измѣрительн.	a. Готовыхъ.	b. Самодѣльн.	Введены.	Желательн.	Концентр.	Систематич.	
1	С.-П. Б. уч. св Петра (г, р, ж).	Мужскія гимназіи	3	2 б	1	1	1	1	1	∾ 500 (5% самод.)	10000	0	10%	(1)	1	1	1	1	1	1	ж	2 к	—	1
2	„ уч. св. Анны (г, р, ж) физ. каб. II.		2+,	м	1	—	1	1	1	230 (10% сам.)	3600	8%	6%	(1)	1	1	1	1	1	мѣста —	нѣтъ очень	2 к	—	2
3	„ Реформатская (г, р).		2	сред.	1	1	1	1	1	∾ 500	7000	0	10-20%	—	1	1	—	1	—	—	пока ?	3 к	—	3
4	„ уч. св. Екатерины (г, р)		1	б	1	1	1	1	1	240	4000	0	0	—	1	1	—	1	—	—	очень	к	—	4
5	„ ч. Мая (г, р)		1	сред.	по —	ка —	еще —	нѣт —	ъ —	213	—	0	0	1	—	(1)	1	1	—	1	ж	к	—	5
6	„ г. Ист.-Фил.-Инст. .		1	сред.	1	?	1	1	?	—	—	∾ 2%	—	1	1	(1)	1	—	хорош. 1	1	ж	2 к	—	6
7	Ларинская		1	—	1	—	1 и акк.	1	1	400	—	—	50%	—	1	1	—	1	—	тру —	дно ж	по —	ка сист.	7
8	Московская, уч. св. Петра и Павла (г, р, ж) .		1	сред.	1	—	1	1	1	289 (18% сам.)	3500	9,7%	6,2%	про —	стые 1	1	1	(1)	1	1	ж	(2 к)	пока сист.	8
9	Кіевская I.		2	б	1	1	1	1	1	387	—	0	0	—	1	1	1	1	1	1	очень	к	—	9
10	„ ч. Степовича . . .		— классъ	—	—	—	—	—	—	61	1116	—	—	—	1	1	(1)	—	1	—	?	3 к	—	10
11	Аренсбургская		—	—	—	—	—	—	—	200	—	5%	30%	—	1	кл. 1	пр. з. 1	1	—	еще ---	нѣтъ очень	к	—	11
12	Рижская, Ник. I		1	б	1	1	1	—	1	хорошихъ 300	5700	есть н	ѣкот.	—	1	1	(1)	(1)	1	—	очень	к	—	12
13	„ городская		2	—	1	1	1	1	1	700	—	0	2,5%	(1)	1	1	—	1	—	—	ж	2 к	—	13
14	„ ч. на имя Альберта.		до	сих 1	ъ поръ сред.	до —	си —	хъ —	пор 1	ъ —	∾ 100	—	0	0	1	1	—	1	пока 1	(1)	съ 1909 —	/10 г. очень	к	—	14
15	Биркенру-Венденская, ч. . .		до	сих 1	ъ поръ сред.	до 1	си —	хъ —	пор 1	ъ —	223	2050	—	4%	(1)	1	1	1	1	(1)	съ 1909 —	/10 г. ж.	въ нас —	т. время сист.	15
16	Юрьевская, ч. Цеддельмана .		1	сред.	—	—	—	—	—	400 номеровъ.	—	0	50%	мало 1	мѣста —	1	—	мало 1	врем. —	по разн. —	прич. ?	мало —	время сист.	16
17	Ревельская (Домшуле) . . .		1	б	1	1	— акк.	?	?	160	—	0	0	—	1	1	—	(1)	1	—	очень	к	пока сист.	17
18	„ Ник. I		1*	сред.	1	—	—	1	1	221	2142	9%	6%	—	1	1	1	1	(1)	—	ж	—	—	18
19	„ Александровская .		1	б	—	—	—	1	1	260	4566	2,7	0	1	1	1	1	1	1	—	ж	к	—	19
20	Варшавская V		3	2 б	1	1	1	1	1	350	∾ 7000	15—	20%	—	1	1	—	?	?	1	очень	к	—	20
21	Плоцкая		1	—	—	—	—	—	—	473	—	10%	20%	—	1	—	1	1	—	только —	опыты нѣтъ	—	сист.	21
22	Оренбургская		2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	до сих въ VIII	ъ поръ —	?	?	22
23	Смоленская		1	—	—	—	1	1	?	235	—	—	35%	(1)	1	(1)	1	(1)	1	1	–	—	—	23

I ТАБЛИЦА, анкета 1909 г. Б. Ю. Кольбе.

№	Учебное заведение.	Типъ уч. зав.	1. Физич. кабин. Число комнатъ.	Величина.	2. Обстановка. Вода.	Газъ.	Эл. токъ.	Проекц. фон.	Затемненіе.	3. Приборы. Число приб.	Стоимость въ руб.	4. Состояніе. % Негодн.	% Устарѣл.	5. Желательный типъ приборовъ. a. Универсальн.	b. Отдѣльныхъ.	a. Демонстратив.	b. Измѣрительн.	a. Готовыхъ.	b. Самодѣльн.	6. Практ. занят. Введены.	Желательн.	7. Жел. мет. препод. Концентр.	Системат.	№
24	Самарская	Мужскія гимназіи.	1	—	—	—	1	1	—	218	—	—	15%	—	—	(1)	1	(1)	1	—	ж	въ V к	кл. —	24
25	Казанская I		4	м	1	—	1	1	1	583 (изъ универ	10228 ситета 1804)	много	30%	—	1	1	—	1	(1)	1	ж	к	—	25
26	Екатеринодарская		2+₁	1 б	1	—	1	1	1	500	—	50%	10%	(1)	1	—	1	1	1	1	очень	к	—	26
27	Бахмутская		до сих 1	ъ поръ —	е —	ще —	н —	ѣтъ 1	—	∞ 200	—	40%	30-40%	—	1	1	(1)	1	1	—	ж	3 к (кос.)	—	27
28	Гомельская		1	—	—	—	—	—	—	250	—	4%	20%	—	1	1	(1)	1	(1)	врем. —	нѣтъ очень	—	сист.	28
29	Черниговская		2	1 б	—	-	—	1 ацет.	1	256	—	7%	25%	—	1	V кл. 1	1	1	—	съ 1909 —	/10 г. ж	2 к	—	29
30	Гельсингфорск. (г, р), норм. лиц.		2+₂	сред. м	1	1	—	—	1	∞ 200	—	10-12%	15-20%	г) 1 р) (1)	(1) 1	1 (1)	(1) 1	1 1	— (1)	буд —	етъ ж	г) — р) к	сист. —	30
31	С.-П. Б. Коломенская женск. гим. принцессы Ольденбургск.		2	б	—	—	—	1 гр. г.	1	273	—	0	0	—	1	1	—	1	1	—	ж	—	—	31
32	С.-П. Б-ское I-е	Реальныя училища.	2*	б	1	1	1	1	1	542	22000	10	%	—	1	1	—	1	—	VII кл. 1	—	—	сист.	32
33	„ II-е		2*	б	1	1	1	1	1	387	∞ 18000	5%	10%	—	—	—	—	—	—	1	очень	к	—	33
34	„ III-е		1	б	1	–	1	1	1	308	4000	0	0	1	(1)	1	—	мало 1	врем. —	—	ж	—	сист.	34
35	„ р. уч. II Общества		2	б лаб. оч. б.	1	буд —	етъ —	1 ацет.	?	—	900	0	28%	—	1	1	1	1	1	1	ж	—	сист.	35
36	Московское, ч. Мазинга		1	оч. б.	1	1	1	1	1	больше чѣмъ нуж.	—	—	5%	—	1	1	1	1	1	1	конечно	2 к	—	36
37	Пензенское		3	1 б.	–	—	—	—	1	380	*6375	0	0	—	1	1	—	стар. 1	млад. 1	—	очень	к	—	37
38	Скопинское		1	б	—	—	—	1 ацет.	1	459	*10050	20%	60%	—	1	1	—	—	—	1	—	к	—	38
39	Гельсингфоргск. (реальн. лиц.)		2	—	1	1	1	1	1	170	—	0	0	1	1	1	(1)	—	—	—	очень	2 к.	—	39
40	Уральское войск.		1 +1	б	—	—	1	1	1	съ учених. 800	коллекц. до 7000	1%	5%	—	1	хор 1	ош. —	1	1	1	ж	—	сист.	40
41	Сызранское		2	—	1	—	—	—	1	162	2240	4,3%	0	—	1	1	1	1	пр. з. 1	средст —	в. нѣтъ очень	к	—	41
42	Череповецкое		2	б	1	—	1 акк.	1	1	544	—	1–1½	%	—	1	—	1	1	(1)	еще —	нѣтъ ж	—	—	42
43	Либавское		1	—	буд —	етъ 1	1	—	1	—	*1200	что ни	будь	—	1	—	1	(1)	1	—	очень	при на —	ст. услов. сист.	43
44	Гатчинскій сиротск. Инстит. Ник. I (р).		2*+₁	1 б.	1	—	— акк.	1 эф. к.	1	∞ 500	∞ 16000	50	%	1	—	—	1	1	1	—	очень	—	сист.	44
45	С.-П. Б.-скій уч. Инстит.		1	сред.	?	—	—	—	—	200	—	—	40%	1	—	—	—	—	—	немн 1	ого ж	до сих —	ъ поръ сист.	45
46	Таганрогск. Ком уч		1	сред.	1	—	—	1	?	243	—	—	—	—	1	(1)	1	(1)	1	1	—	к	—	46
47	Екатеринославское Ком. уч.		4*	—	1	—	1	1	1	765	10000	0	0	—	1	—	1	1	—	1	—	3 к	—	47

№	УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНІЕ.	Типъ уч. зав.	1. физич. кабин. Число комнатъ.	Величина.	2. Обстановка. Вода.	Газъ.	Эл. токъ.	Проекц. фон.	Затемн.	3. Стоимость приборовъ. Руб.	4. Непримѣняемые приб.	*4-а Ежегодная сумма на поч. и пок. Руб.	6. Практич. занятія. Введены.	Желательн.	*8. Обстановка по химіи. Особ. комн.	Вытяжн. шкаф.	Посуда.	№
1	С.-П. Б-ская VII-я	Мужскія гимназіи.	2	1 б	1	1	—	—	1	5130	25%	300	—	ж	—	1	1	1
2	„ Александра I (б. II)		3	сред.	1	—	1	—	1	—	—	300	нельзя —	ж	—	—	1	2
3	Московская, ч. Поливанова . .		—	—	—	—	—	—	—	600	∾ 20%	90	1	непр.	—	—	1	3
4	Кіевская III		3	2 б	1	1	1	—	1	7000	∾ 40%	300	—	ж	—	—	—	4
5	Казанская III		1	—	—	—	—	—	—	7000	—	—	—	ж	—	—	—	5
6	Одесская		1	—	—	—	—	—	—	4500	10%	—	—	очень	?	1	1	6
7	„ ч. Ровнякова		1	б	—	—	1	—	—	2500	—	700	—	ж	—	?	1	7
8	Митавская		3	—	1	—	—	—	1	5000	∾ 1½%	300	—	ж	—	—	?	8
9	Костромская		2	—	—	—	—	—	1	2000	33%	—	1	ж	1 (?)	—	—	9
10	Черкасская		2	б	1	1	—	—	1	5100	∾ 25%	300	—	ж	—	—	1	10
11	Велико-Ужорская		1	б	—	—	—	—	—	3000	мало	100	1	ж	—	—	очень мало	11
12	Старобѣльская Алекс.		1*	б	—	—	—	—	пласт. 1	5000	—	1000	—	ж	?	1	1	12
13	Смоленская		2	1 б	—	—	1	?	1	—	—	300	—	обяз.	—	—	1	13
14	Самаркандская м.		2*	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	14
15	Иркутская		3*	б	—	—	—	—	—	3000	очень мало	—	—	очень	—	—	—	15
16	Никольско-Либавская		2	1 б	1	1	—	—	1	5130	∾ 25%	500	1	ж	—	—	—	16
17	С.-П. Б-ская ч. Шаффе	Женскія гимназіи.	2*	1 сред.	1	1	1	?	1	1500 до 2000	33%	200	1	ж	—	—	—	17
18	„ Маріинская . . .		1	б	—	—	—	—	1	2000	∾ 10% (на 200 р.)	1907 г. 750	—	ж	—	—	—	18
19	„ ч. Стоюниной . .		2	1 оч. больш. 1 мал.	1	1	1	—	1	3—4000	—	4—500	1	ж	—	—	—	19
20	Либавская		— классъ	б	1	1	2	—	—	∾ 2000	—	120 поч. 300 пок.	—	—	—	1 (?)	1	20
21	Рижская, ч. Тайловой		—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	ж	—	—	—	21
22	„ Ломоносовская . . .		—	—	1	1	—	—	1	3200	∾ 25%	500	—	ж	—	—	—	22

[1]) Таблица и опросные листки проф. Вейнберга по случаю его отъѣзда въ Томскъ были въ моемъ распоряженіи только въ теченіе 3 дней, поэтому, можетъ быть, нѣкоторыя данныя приведены здѣсь не вполнѣ точно.

№	УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНІЕ.	Типъ уч. зав.	1. физич. кабин. Число комнатъ.	1. физич. кабин. Величина.	2. Обстановка. Вода.	2. Обстановка. Газъ.	2. Обстановка. Эл. токъ.	2. Обстановка. Проекц. фон.	2. Обстановка. Затемненіе.	3. Стоимость приборовъ. Руб.	4. Непримѣняемые приб.	*4-а Ежегодная сумма на поч. и пок. Руб.	6. Практич. занятія. Введены.	6. Практич. занятія. Желательн.	*8. Обстановка по химіи. Особ. комн.	*8. Обстановка по химіи. Вытяжн. шкаф.	*8. Обстановка по химіи. Посуда.	№
23	Лубенская	Женскія гимназіи	1	м	—	—	—	—	—	600	нѣкот.	300	—	ж	—	—	—	23
24	Козловская		2*	1 б	—	—	—	—	1	2980	—	—	были —	попытки ж	—	—	1	24
25	Орловская		1	сред.	?	?	1	—	1	2000	∞ 20%	100 до 200	—	ж	—	—	1	25
26	Казанская III		1	сред.	?	?	1	—	1	500	—	—	—	необходимо	—	—	1	26
27	Бѣлецкая		1	сред.	—	—	—	—	1	3000	∞ 12%	300	—	ж	—	—	1	27
28	Тульская		—	—	—	—	—	—	—	60 (?)	—	40	—	ж	—	—	1	28
29	Ростовская н/Д.		1	м	1	—	—	—	1	2030	0	—	—	ж	—	—	—	29
30	Тифлисская		3	м	1	1	1	—	1	3—4000	—	4—500	—	ж	1 (?)	1	1	30
31	Новоторжская		1	сред.	—	—	—	—	1	1500	—	100	—	—	ф. к.	—	немного	31
32	Екатеринодарская		1*	м	1	—	—	—	1	5020	—	немного	—	—	ф. к.	1	1	32
33	Черкасская		1	—	—	—	—	—	—	464	—	300	—	ж	—	—	—	33
34	Арзамасская		—	—	—	—	—	—	1	1050	—	150	—	ж	ф. к.	—	—	34
35	Уральская		—	—	—	—	—	—	1	3500	∞ 25%	400	—	ж	—	—	1	35
36	Самаркандская ж.		2	б	—	—	—	—	1	2980	—	—	по воскрес. по химіи	ж	—	—	1	36
37	С.-П. Б. уч. св. Анны (фун отд.) Физич. кабин. I.	Реальныя училища.	1	сред.	1	1	1	1	1	∞ 3800	∞ 10%	175 + 50 хим.	по разн. прич. —	нѣтъ	1	1	1	37
38	Варшавское, ч. Скринникова		1	м	1	1	—	—	—	2500	10%	150	по праздникамъ 1	ж	1	1	1	38
39	Виленское		2	сред.	1	1	—	—	1	8000	33%	100	1	ж	1	1	1	39
40	Астраханское		2*	1 б	1	—	1	—	1	11000	5%	150	—	ж	1	1	1	40
41	Ловичское		4	2 б 2 м	—	—	1	—	1	12000	почти 0	—	—	ж	—	—	—	41
42	Самарское		3	—	—	—	—	—	1	8500	33%	200	—	—	—	—	—	42
43	Сумское		2*	сред.	—	—	— акк.	—	1	8600	∞ 12%	—	—	ж	1	1	1	43
44	Калужское		1	сред.	—	—	—	—	1	6880	∞ 16%	—	—	ж	—	—	—	44
45	Тираспольское		1	м	—	—	—	—	—	3500	0	—	—	очень	—	—	1	45
46	Бѣлевское		2	сред.	—	—	—	—	1	8800	0	—	—	ж	—	1	1	46

№	Учебное заведеніе.	Типъ уч. зав.	1. Физич. кабин. Число комнатъ.	Величина.	2. Обстановка. Вода.	Газъ.	Эл. токъ.	Проекц. фон.	Затемненіе.	3. Стоимость приборовъ. Руб.	4. Непримѣняемые приб.	*4-а Ежегодная сумма на поч. и пок. Руб.	6. Практич. занятія. Введены.	Желательн.	*8. Обстановка по химіи. Особ. комн.	Вытяжн. шкаф.	Посуда.	№
47	Владикавказское	Коммерческія училища	1*	сред.	1	—	—	—	1	2620	—	700	—	нужно	1	?	1	47
48	Ковенское, ч. Хрещинка		2	—	1	—	—	—	—	2000	много	—	—	ж	1	1	1	48
49	Тульское		2	1 б	1	—	1	—	1	1625	—	—	—	необх.	—	—	1	49
50	Бѣлостокское		2	1 б	1	—	—	—	1	5100	3%	300	—	ж	2	1	1	50
51	Саратовское		3*	б	1	1	—	—	1	5000	0	—	еще нѣтъ —	ж	2	?	?	51
52	Ростовское н/Д.		4	1 б 2 сред. 1 м	1	1	—	—	1	3340	5%	—	1	ж	5	1	1	52
53	Рижское, Бирж. Общества		3**	сред.	1	1	1	1	1	8000	0	—	1	ж	5	1	1	53
54	Нижегородское		1**	—	—	—	1	—	1	6500	0	—	1	нужно	2	?	1	54
55	Петрозаводская	Учит. семинар.	1	б	—	—	—	—	1	2240	0	200	—	ж	—	—	1	55
56	Череповецкая		1	сред.	—	—	—	—	1	4335	∞ 30% (на 1540 р.)	—	нельзя —	ж	—	—	1	56
57	Бѣльская		1	б	?	?	—	—	1	1995	есть	75	—	необх.	—	—	—	57
58	Томскій учит. Институтъ		2	сред.	1	—	—	—	—	200 (?)	мало	—	—	необх.	—	—	—	58
59	Таганрогское средн. уч.	Средн. уч.	1	сред.	1	—	1	—	1	—	—	—	1	—	1	?	1	59
60	Средн. техн. уч. въ селѣ Клинцы		2	б	?	?	1	—	?	5000	—	—	1	ж	1	1	1	60
61	Азовская 7-ми кл. прогимназія		1	—	—	—	—	—	—	4000	—	—	—	—	—	—	—	61
62	Владикавказскій	Кад. корпусы	2**	б	1	—	—	—	—	6500	—	320	1	крайне	1	1	1	62
63	С.-П. В. Александровскій		3	—	1	1	1	1	1	—	—	175	1	необх.	—	—	—	63
64	Симбирскій		2*	—	1	?	—	—	—	4800	—	300	1	очень	1	1	1	64

С.-Петербургъ.

(Продолженіе слѣдуетъ).

Хроника.

14. *Атомный вѣсъ серебра.* Въ послѣднее время этотъ вопросъ опять привлекъ къ себѣ вниманіе изслѣдователей. 9 ноября 1908 г. Дюбрейль представилъ Французской академіи результаты своихъ вычисленій, произведенныхъ надъ опытными данными извѣстнаго химика Стаса по уравненію Гинрикса; онъ нашелъ число 107,9921. По этому поводу Ледюкъ представилъ свои возраженія и пришелъ къ другому числу, а именно 107,81. Хотя разница кажется небольшою, но она имѣетъ важное значеніе въ электролитическихъ и другихъ задачахъ.

C. R. CXLVII, 1908, p. 855 и 972.

15. *Температуры плавленія чистыхъ металловъ.* Дэю и Клементу путемъ улучшенія азотнаго термометра Гольборна удалось достичь настолько точныхъ измѣреній температуры, что въ предѣлахъ между 300⁰ и 1150⁰ погрѣшность ихъ измѣреній не превышала ± 0,5⁰. При помощи этого прибора они наново измѣрили точки плавленія чистыхъ металловъ:

Олово	418,5 ± 0,1⁰
Серебро	958,3 ± 0,5⁰
Золото . .	1059,3 ± 1⁰
Мѣдь	1081,0 ± 0,5⁰



Phys. Chem. Centralblatt, 6, 1909, p. 403.

16. *Вліяніе влажности на эталоны сопротивленія.* Роза и Бабкокъ нашли, что манганиновыя нормальныя сопротивленія, изготовленныя по указаніямъ Физико-техническаго государственнаго учрежденія въ Берлинѣ, при сопротивленіяхъ въ 10 омовъ и болѣе испытываютъ замѣтныя годичныя колебанія, которыя въ Вашингтонѣ достигали 0,4⁰/₀ начальной величины. Оказалось, что эти колебанія зависятъ отъ абсолютной влажности; именно, шеллакъ, которымъ покрыты катушки и проволоки, гигроскопиченъ и, поглощая воду, растягиваетъ укрѣпленную въ немъ проволоку. Дѣйствія влажности можно избѣжать погруженіемъ покрытыхъ шеллакомъ катушекъ въ парафинъ или-же прегражденіемъ доступа воздуху. Эти наблюденія нашли подтвержденіе въ работахъ Линдека, Іегера и Смита.

Beiblätter, 1909, p. 174.